

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“PROCESO CONSTRUCTIVO DE MUROS DE PROTECCION PARA
EL CONTROL DE DESBORDES - DISTRITO DE SANTA CRUZ DE
COCACHACRA-HUAROCHIRI-LIMA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÍCOLA**

JHERSON IVAN PILLACA GUTIERREZ

LIMA- PERÚ

2023

TSP

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	11%	6%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
2	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%
3	1library.co Fuente de Internet	<1%
4	idoc.tips Fuente de Internet	<1%
5	informatica.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	WSP PERU S.A.. "Actualización y Modificación del Instrumento de Gestión Ambiental de la Planta de Fabricación de Cemento-	<1%

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**“PROCESO CONSTRUCTIVO DE MUROS DE PROTECCION
PARA EL CONTROL DE DESBORDES - DISTRITO DE SANTA
CRUZ DE COCACHACRA– HUAROCHIRI- LIMA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

Presentado por:

BACH. JHERSON IVAN PILLACA GUTIERREZ

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Mg. Sc. ROSA MARÍA MIGLIO TOLEDO

Presidente

Mag. SAÚL MOISÉS TORRES MURGA

Miembro

Mg. Sc. LIZ MARGOT PALOMINO ZEGARRA

Miembro

Dr. GONZALO RAMCÉS FANO MIRANDA

Asesor

LIMA – PERÚ

2023

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Objetivos.....	1
1.1.1.	General.....	1
1.1.2.	Específicos.....	2
II.	REVISION DE LITERATURA	3
2.1.	Marco climatológico	3
2.1.1.	Precipitación	3
2.1.2.	Temperatura Media Mensual.....	4
2.2.	Proceso de inundación	5
2.2.1.	Proceso lluvia-escorrentía.....	6
2.2.2.	Fenómeno del niño	7
2.2.3.	Vulnerabilidad de la cuenca	8
2.2.4.	Modificaciones en la dinámica fluvial.....	10
2.3.	Defensa Ribereña.....	12
2.4.	Tipos de defensas ribereñas	13
2.4.1.	Geoceldas.....	13
2.4.2.	Gaviones	13
2.4.3.	Muros de Contención	14
2.4.4.	Espigones.....	16
III.	MATERIALES Y METODOS.....	18
3.1.	Localización.....	18
3.1.1.	Beneficios del Proyecto	19
3.1.2.	Financiamiento	19
3.2.	Estudios Preliminares	19
3.2.1.	Estudio Topográfico	19
3.2.2.	Estudio Hidrológico.....	19
3.3.	Estudio Hidráulico	22
3.3.1.	Características Hidráulicas.....	23
3.3.2.	Perfil Longitudinal.....	23
3.3.3.	Condiciones de Frontera.....	24
3.3.4.	Resultados de la Modelación Hidráulica.....	26
3.4.	Estructuras proyectadas	26
3.4.1.	Cimiento corrido (Zapata)	27

3.4.2.	Asentado de muro de piedra (Pantalla).....	29
3.5.	Análisis de compatibilidad.....	30
3.5.1.	Análisis de planos de obra.....	31
3.5.2.	Estudios básicos.....	32
3.5.3.	Partidas a ejecutar.....	33
3.5.4.	Evaluación de rendimiento.....	34
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1.	Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud.....	36
4.1.1.	Obras provisionales.....	36
4.1.2.	Trabajos preliminares.....	39
4.1.3.	Seguridad y Salud.....	43
4.2.	Muro de mampostería de piedra.....	49
4.2.1.	Obras preliminares.....	49
4.2.2.	Movimiento de tierras.....	53
4.2.3.	Habilitación de piedra.....	62
4.2.4.	Muro de mampostería de piedra.....	64
4.2.5.	Juntas.....	71
4.2.6.	Sistema de drenaje.....	72
4.3.	Incompatibilidades.....	73
4.4.	Presupuesto de obra.....	77
4.5.	Cronograma de ejecución de obra.....	78
4.6.	Observaciones del comité de recepción de obra.....	82
V.	CONCLUSIONES.....	85
VI.	RECOMENDACIONES.....	87
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	88
VIII.	ANEXOS.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variación Mensual de la Temperatura Media (°C)	5
Tabla 2: Registro de ocurrencias del Fenómeno del Niño.....	8
Tabla 3: Ubicación Geográfica de las estaciones	20
Tabla 4:Registros de Precipitaciones Máximos en 24 horas	21
Tabla 5: Caudales Máximos para Diferentes Períodos de Retorno – Subcuenca.....	22
Tabla 6: Análisis de Costo Unitario, partida 02.04.01	28
Tabla 7: Análisis de Costo Unitario, partida 02.04.03	29
Tabla 8: Formato SO-01, compatibilidad de obra	31
Tabla 9: Planos presentes en el expediente técnico de obra	32
Tabla 10: Formato de revisión de estudios básicos	33
Tabla 11: Partidas consideradas en expediente técnico.....	34
Tabla 12: Formato de limpieza semanal, guardianía y oficina técnica	37
Tabla 13: Registro de charlas de 10 minutos, previo al inicio del día.....	44
Tabla 14: Requisitos de granulometría para filtros en estribos de puentes y muros de contención.....	61
Tabla 15: Requisitos de calidad material fino	62
Tabla 16: Espesores de lechos y juntas de mampostería	69
Tabla 17: Propiedades físicas de la cinta Water Stop 6"	71
Tabla 18: Comparación de expediente técnico, replanteo en campo, consecuencias y afecciones	74
Tabla 19: Presupuesto de obra aprobado	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Precipitación Total Mensual Generada Subcuenca (mm).....	4
Figura 2: Variación Mensual de la Temperatura Media (°C).....	5
Figura 3: Umbrales definidos por el SENAMHI para los grados de riesgo en el río Rímac	7
Figura 4: Efecto de la forma de la cuenca	10
Figura 5: Diferencia entre lecho rígido y lecho móvil.....	11
Figura 6: GeoWeb, sistema de confinamiento celular.....	13
Figura 7: Representación Básica de un muro de contención de gravedad en gaviones	14
Figura 8: Tipos de muro de contención a gravedad.....	15
Figura 9: Tipos de muro de contención a gravedad armado.....	15
Figura 10: Vista en planta de la sección típica de un espigón, proyecto río tumbes.....	16
Figura 11: Sección A-A de la sección típica de un espigón.....	16
Figura 12: Ubicación General del proyecto.....	18
Figura 13: Trazo del muro de contención proyectado.....	20
Figura 14: Perfil longitudinal del muro	20
Figura 15: Modelo de subcuencas aportantes.....	22
Figura 16: Modelo Hidráulico en Hec-RAS.....	23
Figura 17: Perfil Longitudinal del Río – Tramo analizado	25
Figura 18: Condiciones de Frontera	26
Figura 19: Vista de planta, tirantes proyectados.....	27
Figura 20: Secciones 20.0 – 420.0en Hec-Ras del Tramo	27
Figura 21: Sección transversal de muro de contención, sección típica	30
Figura 22: Formato de revisión de planos	32
Figura 23: Costo Real Vs costo Planificado.....	35
Figura 24: Cartel de obra 7.20*3.60m; formato MIDAGRI y MDC	39
Figura 25: Limpieza de terreno sobre la progresiva 0+800.0.....	40
Figura 26: Movilización de mezcladora desde almacene del proveedor.....	41
Figura 27: Partida de flete terrestre, arena gruesa sobre la progresiva 0+620.0.....	43
Figura 28: Charla de 10 minutos previo a comenzar el trabajo del día.....	45
Figura 29: Lista de verificación del botiquín	46
Figura 30: Inspección periódica de botiquín	47
Figura 31: Catálogo Señales Normalizadas.....	49

Figura 32: Desbroce y limpieza con retroexcavadora Volvo EC480D	51
Figura 33: Equipo de topografía.....	52
Figura 34: Plano de Planta General, muro de mampostería	56
Figura 35: Desvío del río con maquinaria	57
Figura 36: Excavación de estructura en seco.....	60
Figura 37: Traslado de piedra seleccionada al punto de acopio	64
Figura 38: Encofrado de cimientos, progresiva 0+050.0	66
Figura 39: Proceso de encofrado en muro de mampostería.....	67
Figura 40: Vista después del desencofrado de pantalla de muro.....	68
Figura 41: Partida 02.04.03, asentado de muro, señalética de seguridad	70
Figura 42: Emboquillado de muro, cuadrilla especializada en esta labor	71
Figura 43: Drenaje de un muro de contención	72
Figura 44: Proceso de revisión de incompatibilidades	73
Figura 45: Cálculo de ancho estable, River	76
Figura 46: Cronograma valorizado reprogramado	79
Figura 47: Curva S de la obra finalizada	80
Figura 48: Programación general de ejecución de obra	81
Figura 49: Dique enrocado, vista en plata	83
Figura 50: Dique de enrocado aguas arriba de la progresiva 0+000.0, vista en corte.	84

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1: Modelamiento hidráulico, secciones transversales	92
---	----

RESUMEN

El presente proyecto muestra el procedimiento constructivo de muros de protección para el control de desbordes en el Distrito de Santa Cruz de Cocachacra, provincia de Huarochirí del departamento de Lima. El empleo de este tipo de estructuras ayuda a prevenir problemas naturales como la erosión, socavación e inundación originados ante la crecida del río Rímac. También sirven como estructura de protección ante la ocurrencia de huaicos generados por las constantes lluvias. En nuestro país, la aplicación de estos sistemas ha ido aumentando; sin embargo, sigue habiendo interrogantes sobre su adecuado proceso constructivo. Por lo tanto, la empresa consorciada “CONSORCIO RIBEREÑO” ganadora de la buena pro, con financiamiento de la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (ARCC), fue la encargada de la ejecución física de la obra: “Mejoramiento y ampliación del servicio de protección y control de aluviones, desbordes e inundaciones en la zona urbana de la localidad de Corcona distrito de Santa Cruz de Cocachacra – Huarochirí – Lima - III Etapa”. C.U.I. N° 2310035”. Por esta razón la finalidad de este proyecto fue definir el proceso constructivo del muro tipo mampostería, indicando las ocurrencias encontradas y las alternativas que pueden considerarse para cada partida. Esta guía de procesos constructivos será de mucha utilidad para proyectos similares.

Palabras clave: Distrito de Santa Cruz de Cocachacra, Reconstrucción con Cambios, CONSORCIO RIBEREÑO, muros de mampostería.

ABSTRACT

This project shows the construction procedure of the type of protection walls for the control of overflows in the District of Santa Cruz de Cocachacra, province of Huarochirí in the region of Lima. The use of this type of structure helps to prevent natural problems such as erosion, scour and flooding caused by the overflow of the Rimac River. They also serve as a protection structure against the occurrence of landslides generated by the constant rains. In our country, the application of these systems has been increasing; however, there are still questions about the proper construction process. Therefore, the consortium company "CONSORCIO RIBEREÑO", winner of the bidding process, financed by funding from the Authority for Reconstruction with Changes (ARCC), is in charge of the physical execution of the work: "Improvement and expansion of the protection and control service for alluvium, overflows and floods in the urban area of the town of Corcona, district of Santa Cruz de Cocachacra - Huarochirí - Lima - III Stage". C.U.I. N° 2310035". For this reason, the purpose of this project is to define the construction process of the masonry type wall, indicating the occurrences found and the alternatives that can be considered for each item. This construction process guide will be very useful in case similar projects are carried out.

Key words: District of Santa Cruz de Cocachacra, Reconstruction with changes, Riverside Consortium, Retaining wall.

I. INTRODUCCIÓN

La localidad de Santa Cruz de Cocachacra está asentada en una zona de alto riesgo y vulnerabilidad ante los efectos provocados por los fenómenos climáticos, algunos de los cuales, pueden ser previstos y mitigados. El fenómeno natural de mayor impacto social y económico en la localidad de Corcona, Distrito de Santa Cruz de Cocachacra, es la inundación. Esta es ocasionada por el desborde del Rio Rímac, cuando el caudal del río se ve incrementado por las precipitaciones extraordinarias y/o producto de la influencia de la oscilación climática del sur, conocida como el fenómeno de “El Niño”.

Este evento ocasiona daños y pérdidas de valor que afectan a las personas, propiedad, viviendas, edificaciones, equipos, vehículos, carpeta asfáltica, paralización de actividad comercial y propagación de enfermedades, ahondando la situación de pobreza de los pobladores ubicados en ambas márgenes del Rio Rímac.

Los muros de contención son elementos estructurales diseñados para contener materiales de diferente composición, de manera que se evite su deformación (Ordoñez C., 2015), lo cual persigue el objetivo de mantener una forma estable, equilibrando las fuerzas que actúan sobre la masa que se contiene. Para el problema encontrado se ha propuesto muros de contención, los cuales representan elementos fundamentales en la gestión de recursos hídricos y la mitigación de riesgos asociados a eventos naturales, tales como inundaciones y erosión fluvial. Estas estructuras desempeñan un papel crucial al salvaguardar las riberas del río y las poblaciones ubicadas en sus proximidades.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

- Determinar el correcto proceso constructivo de muros de contención en la localidad de Corcona, Distrito de Santa Cruz de Cocachacra, como medida de contención ante inundaciones por desborde del rio Rímac.

1.1.2. Específicos

- Revisar del expediente técnico del Proyecto: Mejoramiento y ampliación del servicio de protección y control de aluviones, desbordes e inundaciones en la zona urbana de la localidad de Corcona, distrito de Santa Cruz de Cocachacra, provincia de Huarochirí, región Lima - III Etapa, para identificar incompatibilidades entre el expediente y el trabajo de campo
- Evaluar el proceso constructivo de los muros de contención según el replanteo en campo
- Comparar el proceso constructivo entre el expediente técnico y el replanteo en campo

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Marco climatológico

El cambio climático ha planteado un gran desafío para el medio ambiente y los ecosistemas globales en el siglo XXI y más allá (SENAMHI, 2022). Las inundaciones tuvieron un impacto severo y perjudicial en las personas y las comunidades, y tuvo relevantes consecuencias sociales, económicas y ambientales a lo largo de la historia de la humanidad (Haltas et al., 2021). A causa de estas condiciones climáticas extremas, la respuesta insuficiente a los desastres y las pérdidas por inundaciones se han incrementado rápidamente a nivel mundial.

Esta sección tiene por objetivo describir las características climáticas del área de estudio, lo cual se realizó a partir de las estaciones más próximas a la zona de estudio y se centró en la temperatura media mensual y en la precipitación, siendo estas las dos variables más relevantes para definir las condiciones meteorológicas de un área de estudio.

2.1.1. Precipitación

La precipitación se considera como la primera variable meteorológica y la entrada natural de agua dentro del balance hídrico en las cuencas hidrográficas.

El análisis de la variabilidad temporal fue determinado en función al aporte de las lluvias, se analizó con la precipitación media mensual, observándose que su régimen de precipitaciones va incrementando a medida que se desplaza hacia las partes altas de las divisorias de aguas. Presentándose precipitaciones bajas en los meses de mayo a septiembre y altas en los meses de octubre a abril; como se muestran en la Figura 1.

Para reforzar la temporalidad en el área de estudio, el (Banco Interamericano de Desarrollo, 2015) menciona que las crecientes en las precipitaciones son recurrentes entre los meses de noviembre y abril de cada año.

2.1.2. Temperatura Media Mensual

Al igual que la precipitación pluvial y tal vez con mayor nitidez, la temperatura es el elemento meteorológico cuya variación espacial está ligada al factor altitudinal. La temperatura es una variable climática de gran importancia dentro del ciclo hidrológico debido a que esta se encuentra ligada con la evapotranspiración.

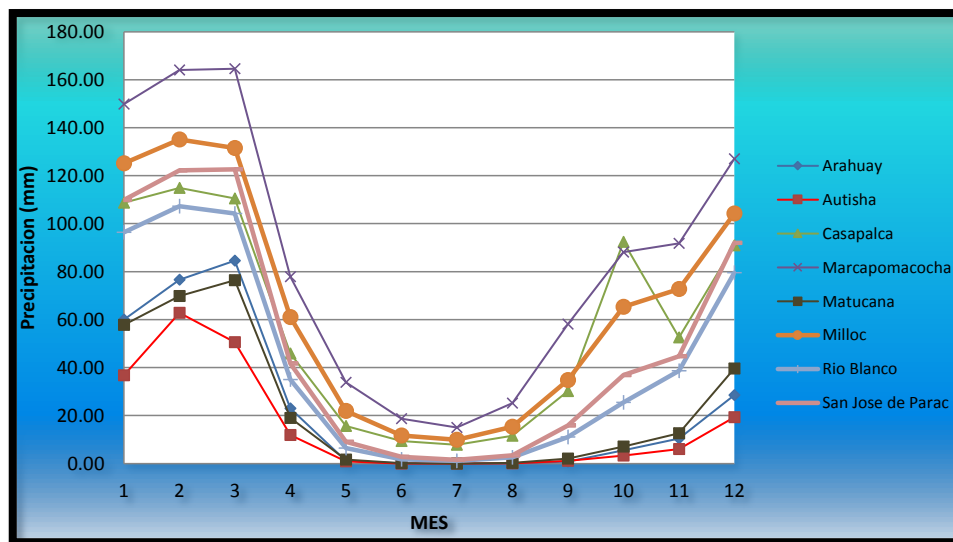


Figura 1: Precipitación Total Mensual Generada Subcuenca (mm)

Fuente: (Municipalidad Distrital de Cocachacra, 2017)

Para determinar la temperatura media mensual se ha considerado los datos de temperatura media registrados en 05 estaciones (Campo de Marte, Huarangal, Matucana, Marcapomacocha y Ñaña), todas distribuidas dentro del área de estudio.

La distribución de la temperatura media mensual durante el año presenta variaciones, según el análisis de los registros de las estaciones cercanas y aledañas a la subcuenca; presentándose una marcada estacionalidad en la parte baja, es decir que para los meses de noviembre–mayo las temperaturas medias oscilan entre los 21.2 °C y para los meses de junio–octubre la temperatura media oscila entre los 16.5 °C y en cambio para la parte media y alta de la subcuenca se presenta una estacionalidad casi constante durante todo el año con una oscilación entre los 15.3 °C y 4.4 °C respectivamente, como se presenta en la Tabla 1 y Figura 2.

Tabla 1: Variación Mensual de la Temperatura Media (°C)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom
Campo de marte	22.5	23.4	22.9	21.0	18.3	16.6	16.2	15.7	15.8	16.8	18.3	20.2	19.0
Huarangal	23.2	24.5	24.4	22.8	19.7	16.8	15.8	15.7	16.3	17.7	19.0	21.1	19.6
Matucana	15.1	15.1	15.1	15.3	15.4	15.1	14.9	15.4	15.9	15.8	15.5	15.3	15.3
Marcapomacocha	4.8	4.8	4.8	4.7	4.5	3.7	3.2	3.7	4.1	4.7	5.1	4.9	4.4
Ñaña	21.4	22.5	22.4	21.1	18.8	16.9	16.2	16.3	16.9	17.7	18.4	19.8	19.0

Fuente: (Municipalidad Distrital de Cocachacra, 2017)

2.2. Proceso de inundación

Según (Francisco J., 2006) una inundación corresponde a una masa de agua que se sale de su cauce y se dispone temporalmente fuera de él. Las inundaciones son el resultado de la interacción de diversos factores, incluyendo las crecidas periódicas de los ríos y la incapacidad de los sistemas de evacuación existentes, como los cauces naturales, los sistemas de drenaje artificializados y los colectores urbanos, para hacer frente a estas situaciones.

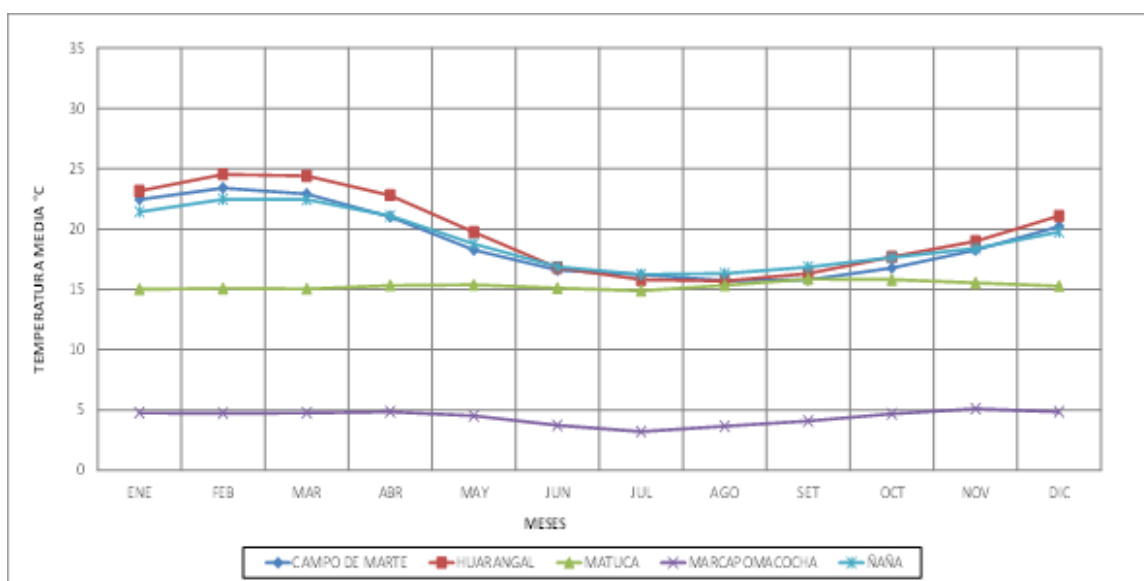


Figura 2: Variación Mensual de la Temperatura Media (°C)

Fuente: (Municipalidad Distrital de Cocachacra, 2017)

Se trata del desequilibrio que se manifiesta en un lugar, momento y situación dada, específicamente para este caso, entre el volumen ofertado por el cauce en una determinada sección A, aguas arriba y la capacidad de una sección B aguas abajo para soportar dicho

caudal, un ejemplo es el mencionado por (Rocha Felices, Introducción a la hidráulica fluvial , 1998) en la zona de Chosica, donde las construcciones llegan hasta el borde mismo del río, sin que éste se encuentre en sus máximos caudales. Existe una sección en la que el ancho del río se ha reducido a 17 metros. Todo esto motiva que el río no tenga cauce secundario y cuando se presentan avenidas y huaicos se produzcan desbordes. Se debe tener en cuenta que en dichas secciones y a lo largo de todo el cauce, el fluido no solo este compuesto por agua, sino por sedimentos de diferente tipo y diámetro que el agua arrastra y transporta según el caudal instantáneo. A continuación, se profundiza en las causas que desencadenan estos eventos.

2.2.1. Proceso lluvia-escorrentía

El agua de un río, en general, puede estar formada de dos partes: una parte de escorrentía directa y otra parte de agua subterránea. Si bien ambas provienen de las lluvias, sólo la primera obedece a las precipitaciones recientes. El poder inferir el caudal proveniente de una precipitación tiene múltiples aplicaciones. Por éstas y otras razones, un problema clásico en Hidrología está constituido por la obtención de la escorrentía directa que corresponde a una determinada lluvia, en un lugar específico.

El Rímac es un típico torrente costeño con irregulares descargas en el tiempo. En los meses de verano el río transporta grandes cantidades de sólidos provenientes de la erosión de la cuenca alta y media, conceptualizadas como cuencas generadoras y aportantes y sedimentos, respectivamente. El río Rímac es una gran quebrada (3132 km²)¹, con fuerte pendiente que en el tramo urbano llega a valores que están alrededor del 1%. Su régimen hidrológico es fuertemente irregular: grandes caudales en los meses de verano y caudales mínimos en los meses de invierno (estiaje). No sólo es importante la variación estacional; hay años en los que en los meses de verano (marzo, especialmente) el río alcanza grandes caudales, por ellos, las autoridades competentes y encargadas del monitoreo de caudales y prevención de desastre, catalogan los umbrales en dicho río, esto se puede visualizar en la Figura 3, donde se muestran los niveles del 1 al 4, blanco, amarillo, naranja y rojo respectivamente, donde el

¹ Ministerio de Agricultura. (11 de diciembre de 2010). Estudio Hidrológico y Ubicación de la Red de Estaciones. Obtenido de Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Rímac: http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/ANA/Estudio_hidrologico_Cuenca_Rimac_volumen_I_texto_final_2010.pdf

más crítico representa el último, catalogado como Condiciones donde se esperan posible inundaciones, se sugiere mantenerse alejado de los ríos.

2.2.2. Fenómeno del niño

Debido a su ubicación geográfica, el Perú experimenta una gran variedad de condiciones climáticas. En la zona costera, ocurren procesos océano- atmosféricos (por ejemplo, los llamados periodos El Niño y La Niña) que alteran el comportamiento de las condiciones meteorológicas. Una de las principales preocupaciones relacionadas con estos eventos son las intensas lluvias y, en consecuencia, las inundaciones que se puedan producir y que afectan las condiciones de vida de la población. Cada verano (diciembre-marzo) las lluvias azotan en mayor o menor intensidad determinadas regiones del Perú (Aponte & Torrejón-Magallanes, 2023).

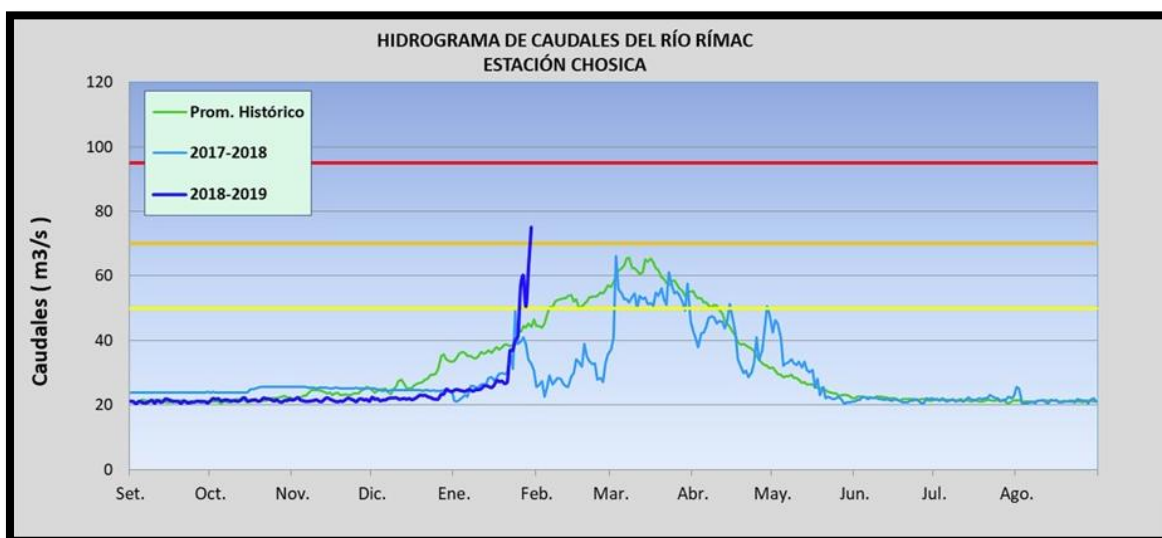


Figura 3: Umbrales definidos por el SENAMHI para los grados de riesgo en el río Rímac

Fuente: (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2019)

La formación del FEN está relacionada con el patrón de circulación cíclico del Océano Pacífico conocido como Oscilación Sur, el cual trae lluvias extremadamente altas y de larga duración, causando inundaciones severas. Asimismo, a veces existe un efecto rebote llamado La Niña que ocurre cuando los vientos alisios se intensifican y ocurre una acumulación anormal de agua fría.

Teniendo en cuenta el registro histórico de Senamhi a largo plazo en la ocurrencia de fenómenos y tomando en consideración para este caso los registros posteriores a 1970, se

realizó el análisis en base a las estaciones meteorológicas en la presente área de estudio. Los fenómenos ocurridos a través de los registros se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Registro de ocurrencias del Fenómeno del Niño

Evento FEN		Magnitud
Inicio	Fin	
Mes - Año	Mes - Año	
Mar-72	Ene-73	Moderado
May-76	Nov-76	Moderado
Ago-82	Nov-83	Extraordinario
Jul-91	Jun-92	Moderado
Mar-93	Set-93	Moderado
Mar-97	Set-98	Extraordinario
Abr-15	Jul-16	Fuerte
Dic-16	May-17	Moderado
Nov-18	Mar-19	Débil

Fuente: Senamhi, 2023

2.2.3. Vulnerabilidad de la cuenca

Resulta apropiado describir cómo las condiciones y propiedades de la cuenca afectan la tasa y cantidad de escorrentía ocurrente durante eventos estacionales, algunas de ellas son mencionadas por (Chereque Moran, 2023):

a) Pendiente

A mayor pendiente de la cuenca mayor rapidez en el viaje de la escorrentía, de modo que los caudales pico son mayores. La infiltración tiende a ser menor. Algunas veces se conviene definir como pendiente de la cuenca la pendiente del curso principal pero medida entre dos puntos estándar, por ejemplo, a 10% y 85% del punto de desagüe de la cuenca.

b) Forma

El efecto de la forma puede demostrarse mejor considerando los hidrogramas de descarga de tres cuencas de diferente forma e igual área sometidas a una lluvia de igual intensidad (Figura 4). Si cada cuenca se divide en segmentos concéntricos, que se puede asumir tengan todos los puntos a la misma distancia del punto de salida de la cuenca, se puede ver que la forma A requerirá 10 unidades de tiempo antes que todos los puntos de la cuenca estén contribuyendo a la descarga. Similarmente B requerirá 5 y C 8 1/2. Los hidrogramas de

escorrentía resultantes serán similares a los mostrados en la Figura 4, cada uno marcado con la correspondiente letra minúscula. La forma B da una corriente de ascenso más rápido que las forma C y A, y también de descenso más rápido.

c) Densidad de drenaje

El esquema de los cursos de agua en la cuenca puede tener un efecto marcado en la tasa de escorrentía. Una cuenca bien drenada tendrá comparativamente hidrogramas más empinados que una cuenca con muchas depresiones superficiales, charcas y similares. Una manera de cuantificar esta densidad de cursos de agua consiste en medir las longitudes de cursos por unidad de área. Otra manera consiste en expresarla mediante el número de uniones de cursos por unidad de área.

(Monsalve Senz, 1999, pág. 39) menciona que la densidad de drenaje toma valores entre 0.5 km/km² para unidad hidrográfica con drenaje pobre y hasta 3.5 km/km² para Unidad Hidrográficas muy bien drenadas. Se relaciona la longitud de la totalidad de los cauces con el área de la Unidad Hidrográfica, en la siguiente ecuación.

$$Dd = \frac{\sum L}{A}$$

Donde:

L : Longitud de los cauces de la Unidad Hidrográfica en km.

A : Área de la Unidad Hidrográfica en km².

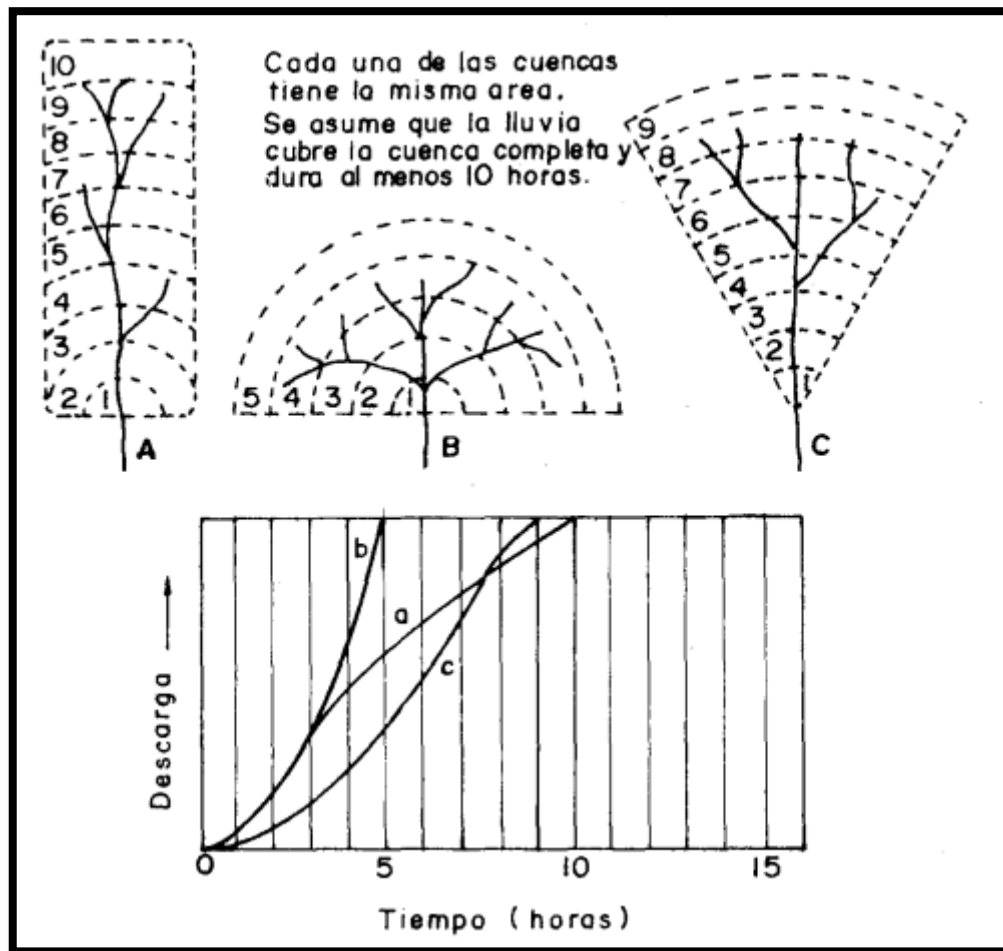


Figura 4: Efecto de la forma de la cuenca

Fuente: (Chereque Moran, 2023)

d) Otros

Aparte de los mencionados existen otros factores que afectan la tasa y cantidad de escorrentía como efectos nivales, déficit de humedad del suelo (Evapotranspiración) lagos, lagunas, altitud, el uso de la tierra, la proporción del desarrollo urbano (las ciudades son áreas en gran medida impermeable y con un sistema de drenaje urbano que evita las inundaciones), lagos y lagunas, estos dos últimos actúan como almacenamientos naturales y tienen el efecto de atenuar las crecidas excedentes aguas arriba.

2.2.4. Modificaciones en la dinámica fluvial

Desde una perspectiva hidráulica, un río se considera un canal. Sin embargo, el comportamiento de un río difiere significativamente de la simplificación o esquematización que normalmente se emplea al estudiar el flujo en canales. En un río, prácticamente no existe

un movimiento constante debido a que el caudal varía continuamente en mayor o menor medida. El movimiento constante, es decir, aquel que no varía en función del tiempo, puede ocurrir en un canal construido y operado por el ser humano, donde el caudal se mantiene constante mediante un adecuado manejo de la fuente de alimentación (como, por ejemplo, un embalse). Sin embargo, en un río no se presenta un movimiento uniforme debido a que la sección transversal experimenta cambios significativos a lo largo de su curso. La sección transversal de un río no es prismática. En muchos casos se recae en la concepción de un movimiento quasi-uniforme y quasi-permanente. En un canal hecho por el hombre (y por lo tanto artificial), el contorno suele ser rígido e invariable. Pero, en un río de lecho móvil el contorno está cambiando constantemente, como se ve en la Figura 5.

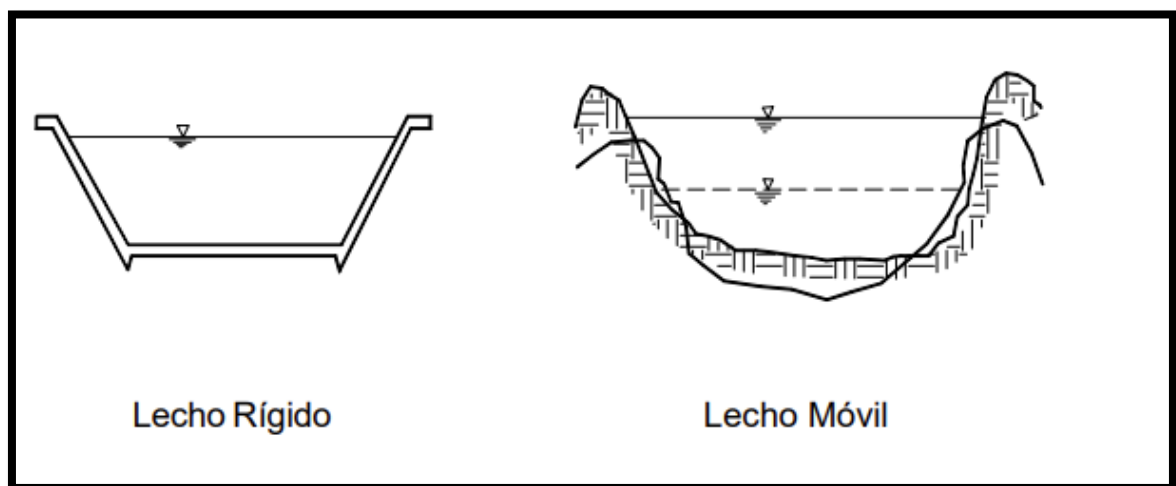


Figura 5: Diferencia entre lecho rígido y lecho móvil

Fuente: (Blench, 1966)

(Blench, 1966) señala que en virtud de este principio los ríos aluviales tienen una tendencia a adquirir determinados anchos, profundidades, pendientes y tamaño de meandros en función de sus propias características.

(Rocha Felices, Introducción a la hidráulica fluvial , 1998) menciona que una de las particularidades de la urbe de Lima reside en que la sección urbana del río Rímac carece de un enfoque integrado que lo integre adecuadamente a la apariencia y utilidad de la ciudad. El río Rímac presenta dificultades a lo largo de prácticamente todo su trayecto, ya que la expansión de las zonas urbanas ha invadido una gran parte de su cauce, prueba de esto se estudia en (Bautista Urquia & Toscano Salazar, 2020) donde muestra la construcción de muros de contención y la canalización del río, obras hidráulicas como puentes y bocatomas

sin tomar en cuenta un exigente estudio del régimen de caudales y la especificación del periodo de retorno, esto da como consecuencia la modificación de la dinámica fluvial.

2.3. Defensa Ribereña

Como consecuencia de la inestabilidad fluvial y de la exigencia de aprovechar los ríos y sus áreas próximas surgió en casi todas partes del mundo, desde épocas muy antiguas, la necesidad de construir defensas fluviales. El incremento poblacional y la búsqueda de mejores condiciones de vida han hecho más imperiosa esa exigencia (Rocha Felices, Defensa fluviales con espigones, 2013)

La dinámica y la tendencia al cambio inherentes al comportamiento de los ríos aluviales generan la falta de un cauce estable y definido, lo que conduce a la adquisición de diversas formas y características que provocan desbordamientos e inundaciones. Estas circunstancias dificultan y encarecen la explotación fluvial, así como la ocupación de las áreas cercanas, las cuales suelen tener un alto valor económico, pero requieren que el río sea estable para poder desarrollarse. En el caso de Perú, también enfrentamos numerosos casos no resueltos de movilidad e inestabilidad fluvial, así como las consecuentes inundaciones que causan considerables daños.

Las defensas ribereñas son estructuras implementadas para la protección de áreas cercanas o aledañas a los ríos y son esenciales cuando se realizan obras de encauzamiento o redirección del flujo en ríos (Rivera Trejo & Hernandez Cruz, 2020). Pueden evitar que se produzcan los procesos de erosión, socavación e inundación que ejerce la crecida de los ríos a raíz de constantes precipitaciones en las zonas altas de la cuenca. Estas obras se ubican en puntos localizados que por lo general protegen zonas poblacionales o en su defecto, resultan efectivas para el área designada; sin embargo, también cambian el régimen natural del flujo, por ello, es de suma importancia un correcto análisis y diseño previo a su construcción. (Alvites Barragan, 2018). Cabe mencionar que para la realización de proyectos de este tipo es primordial contar con estudios especializados de hidrología e hidráulica, mecánica de suelos, estabilidad y comportamiento mecánico.

2.4. Tipos de defensas ribereñas

Las estructuras de defensa ribereña se pueden clasificar de la siguiente manera:

2.4.1. Geoceldas

Las geoceldas son un sistema tridimensional de confinamiento que permite mediante la creación de un suelo artificial, conseguir una buena compactación y buen drenaje del terreno. Las celdas que componen la malla están formadas por tiras laminares de polietileno de alta densidad (HDPE) o Polietileno (PE) unidas por soldadura ultrasónica en los anchos de las tiras. Cuentan también con tensores que distribuyen el peso del sistema (Aguilar, 2016).

La Figura 6 muestra la vista de las tiras sintéticas que forman las celdas. Hay múltiples interpretaciones del sistema de geoceldas, debido a la amplia gama de patentes disponibles en el mercado y cómo se emplean para abordar desafíos específicos en la ingeniería.

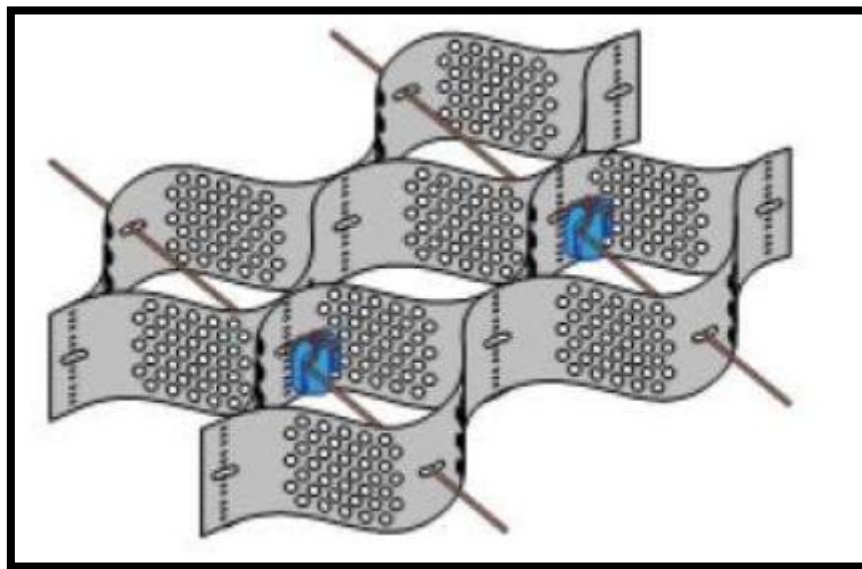


Figura 6: GeoWeb, sistema de confinamiento celular

Fuente: (Colorado State University, sf)

2.4.2. Gaviones

Son cajas o cestas de forma prismática rectangular, rellena de materiales como piedra o tierra, cuentan con enrejado metálico de alambre. Como tipo de defensa ribereña, el gavión acelera el estado de equilibrio del cauce del río. Evita erosiones, transporte de materiales y derrumbamientos de márgenes. Se adaptan a diversas condiciones, son fáciles de construir

incluso en zonas inundadas, tienen mayor resistencia al volteo y al deslizamiento ya que funcionan como una sola estructura. Su durabilidad es alta ya que pueden aplicarse agentes anticorrosivos, lo que permite que la estructura resista a condiciones bastante severas y de esta manera alarga su duración. Se presenta a continuación en la Figura 7 la aplicación de gaviones con relleno de piedra (Alvites Barragan, 2018).

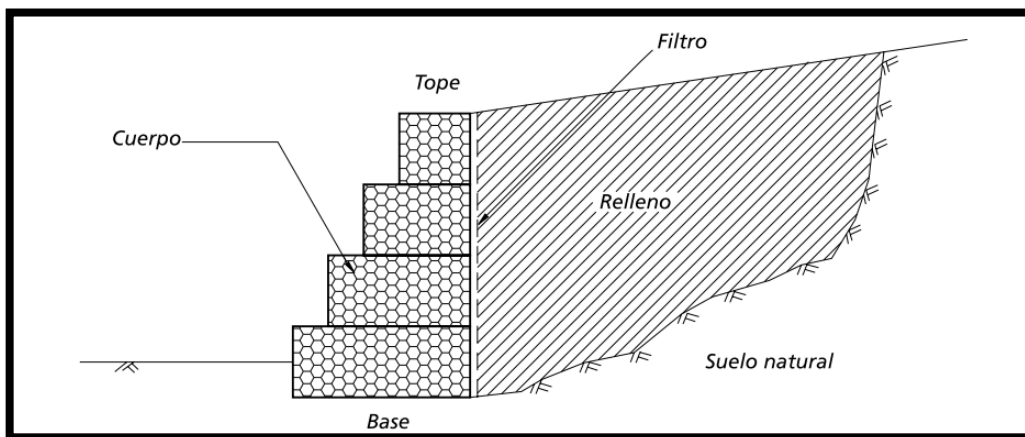


Figura 7: Representación Básica de un muro de contención de gravedad en gaviones

Fuente: (Almeida Barros, 2008)

2.4.3. Muros de Contención

Según Morales. (2006), “se sostiene que un muro de retención es una construcción que ofrece resistencia a una acumulación de material, brindando fuerza adyacente, y en determinadas situaciones, soporta cargas verticales suplementarias. Su propósito principal es contener masas de tierra u otros materiales sueltos, así como proporcionar apoyo estructural a las edificaciones ubicadas en pendientes y a las obras de contención” (p. 112). Por otro lado, (Alvites Barragan, 2018) nos menciona que, los muros de concreto son estructuras ubicadas generalmente en los márgenes de un río y sirven como protección del talud. Proporcionan estabilidad al terreno natural o de cualquier otro tipo de material cuando el talud natural es modificado. Los muros de contención, en su mayoría, se construyen de concreto armado ya que cumple con la función de resistir el empuje de tierra. Otro tipo de material que puede utilizarse concreta mampostería, de esta manera se reducen costos de producción y se reduce el tiempo de ejecución.

Existen diferentes tipos de muro de contención los cuales se presentan a continuación:

a. Muros a Gravedad

Muros construidos generalmente con concreto ciclópeo, los cuales dependen de su propio peso y del tipo de suelo en el que encuentran para la estabilidad. Este tipo de estructura no es económica para grandes alturas (Braja M., 2015)

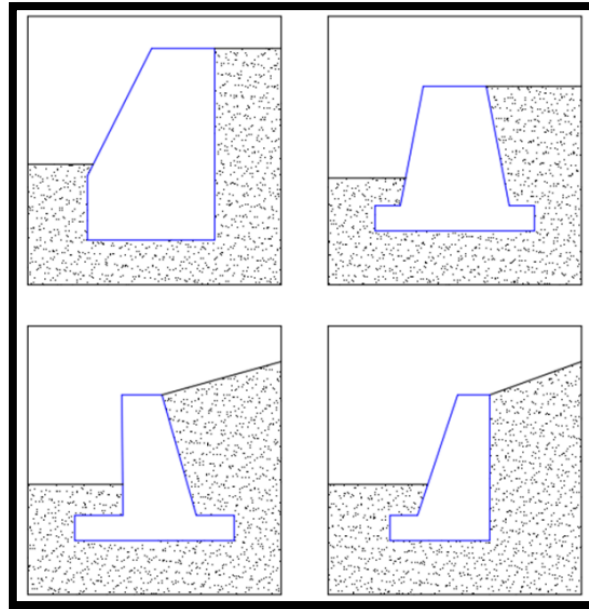


Figura 8: Tipos de muro de contención a gravedad

Fuente: (Alvites Barragan, 2018)

b. Muros de concreto armado

Son muros de concreto armado. Es usado generalmente para alturas mayores que lleguen a 9.00 m de altura. Trabajan como un voladizo vertical empotrados en una zapata inferior. Se presenta en la Figura 9, los diferentes tipos de muro de contención.

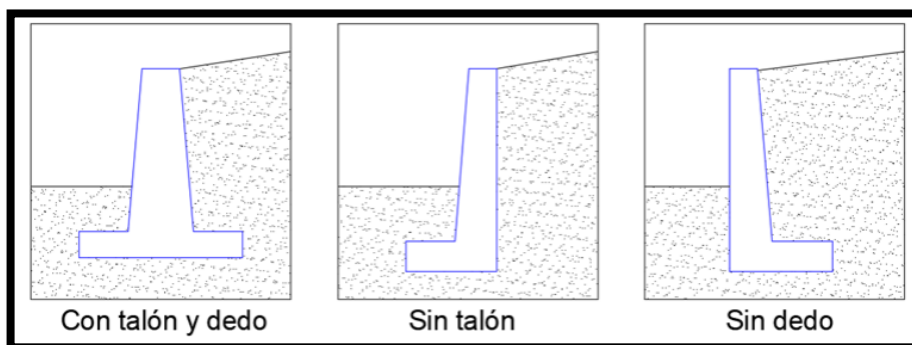


Figura 9: Tipos de muro de contención a gravedad armado

Fuente: (Alvites Barragan, 2018)

2.4.4. Espigones

En el caso particular de los espigones, son estructuras colocadas dentro del cauce, colocadas de manera perpendicular o bien con cierto ángulo de inclinación respecto a la margen. Su propósito es redirigir y alejar las líneas de corriente que inciden en la margen, evitando así problemas de erosión y arrastre de material (Rivera Trejo & Hernandez Cruz, 2020). En su mayoría, estas investigaciones se centran en el estudio de estructuras en forma de espigones que se elevan desde la superficie del agua y se colocan perpendicularmente a la orilla. Sin embargo, se ha prestado menos atención al estudio de los espigones sumergidos y aquellos que están orientados en ángulo hacia la orilla. (McCoy, Constantinescu, & Weber, 2007)

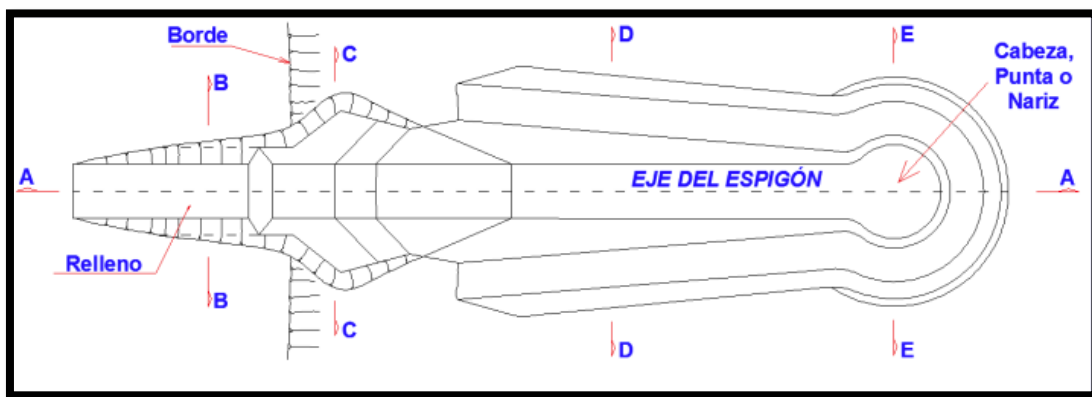


Figura 10: Vista en planta de la sección típica de un espigón, proyecto río tumbes.

Fuente: (Rocha Felices, Defensa fluviales con espigones, 2013)

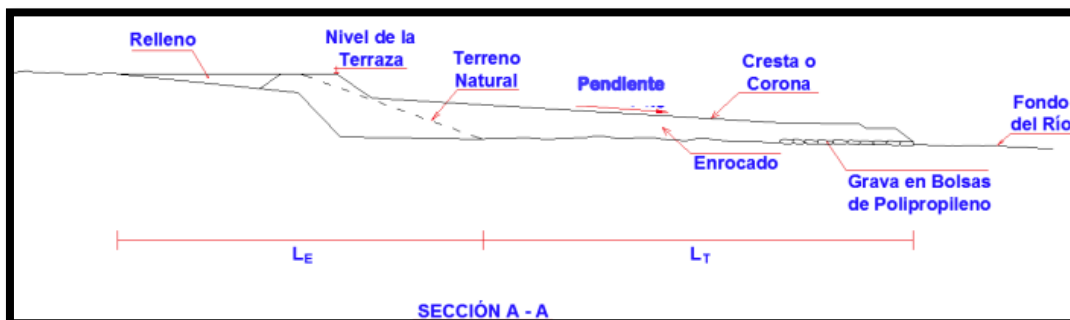


Figura 11: Sección A-A de la sección típica de un espigón.

Fuente: (Rocha Felices, Defensa fluviales con espigones, 2013)

En la Figura 10 y Figura 11 (Rocha Felices, Defensa fluviales con espigones, 2013) nos menciona las partes más significativas de un espigón, específicamente para un proyecto del río Tumbes, a continuación, se describen estas partes:

- Se encuentra una sección, conocida como sección de empotramiento o anclaje, con una longitud designada como LE, que se encuentra dentro del suelo original. Su función es prevenir o reducir la posibilidad de que se forme un flujo detrás del espigón. La longitud de anclaje asegura que, en caso de que ocurra una erosión adicional durante el proceso constructivo o la etapa inicial de funcionamiento del espigón, este no se separe del suelo natural que conforma la orilla.
- Existe otra sección del espigón que se encuentra dentro del río y se denomina sección efectiva o de trabajo. Su longitud se designa como LT y es de suma importancia para el correcto funcionamiento del sistema. La longitud total del espigón se obtiene simplemente sumando las longitudes de LE y LT. Por lo general, la cresta del espigón presenta una pendiente hacia el eje del río. Con el transcurso del tiempo, en algunos espigones, una parte de la longitud que originalmente era considerada como de trabajo puede convertirse en longitud de anclaje, o viceversa.
- La “cabeza”, “punta” o “nariz”, es el extremo del espigón. Debe ser robusta o tener algún grado de protección porque en sus alrededores se produce socavación (erosión local). Su elevación sobre el lecho fluvial debe ser pequeña.

Para el diseño de espigones no existe un conjunto de normas rígidas como en otros campos de la Ingeniería Civil. Como resultado de varios análisis, se ha determinado que es necesario establecer el ancho "B" del río después de la construcción del sistema de defensas en función del radio de curvatura "R". Para restringir el ancho del río cuando su cauce consiste en arenas y limos, se recomienda seguir la fórmula presentada por (Maza Alvarés, 1975) líneas abajo. Es importante respetar los radios de curvatura existentes, ya que esto garantiza un diseño más eficiente y económico. Si los radios de curvatura disminuyen, las distancias entre espigones también se reducen, lo cual no resulta rentable desde un punto de vista económico. En este caso, es más económico implementar una protección continua a lo largo de la orilla afectada.

$$2.5 * B < R < 8 * B$$

(Valdospino Navas, 2011) nos menciona que, para el diseño se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones: determinación del radio de curvatura de los nuevos elementos del nuevo trazado y el ancho propicio bajo el cual el río garantice una cierta estabilidad. La longitud que debe tener el espigón, características de los materiales que se van a emplear, localización en planta y determinación de las socavaciones.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

El área de estudio está ubicada en la localidad de Corcona, distrito de Santa Cruz de Cocachacra, provincia de Huarochirí, departamento de Lima. Geográficamente la construcción del muro mampostería está definida en las siguientes coordenadas:

- Coordenadas de Inicio de Construcción:

- Latitud: 11°54'33.66"S
- Longitud: 76°34'23.84"O
- Altitud: 1262 msnm

- Coordenadas de Final de Construcción:

- Latitud: 11°54'31.71"S
- Longitud: 76°34'46.49"O
- Altitud: 1248 msnm

Se presenta en la Figura 12, la imagen de ubicación del proyecto obtenido mediante el software Google Earth.



Figura 12: Ubicación General del proyecto

Fuente: Google Earth

3.1.1. Beneficios del Proyecto

Los beneficiarios directos con la ejecución del proyecto son la población conformada por 280 familias, las áreas a proteger se encuentran en la margen izquierda del Río Rímac, en toda la extensión de la Obra, hasta los límites con la carretera central (zona baja).

3.1.2. Financiamiento

El presente proyecto ha sido financiado por la Autoridad para Reconstrucción con Cambios (RCC) de un monto total de S/.4'610,922.06.

3.2. Estudios Preliminares

Para la realización del expediente técnico y la ejecución de la obra de muros de mampostería fue importante la elaboración de los estudios previos para poder realizar la propuesta técnica y también generar procedimientos constructivos adecuados.

Los estudios básicos se ordenan según su importancia de la siguiente manera:

3.2.1. Estudio Topográfico

Para poder iniciar con la ejecución del proyecto es necesario primeramente visualizar los desniveles, para obtener la cota de la profundidad del cauce del río y de esta manera poder calcular la profundidad de corte para la cimentación. Esto genera niveles de corte y relleno que se hará en el talud para la construcción del terreno, las secciones transversales y perfiles tanto del río como de la ribera del río, para obtener las gradientes del río, del muro de concreto ciclópeo. A continuación, en la Figura 13, se puede apreciar en plano de planta el trazo de topografía, solamente en la zona de estudio del proyecto. El plano mostrado es muy útil para la ubicación espacial.

Además, como resultado de los estudios topográficos se obtuvo el perfil longitudinal del terreno del margen derecho del río mostrado en la Figura 14.

3.2.2. Estudio Hidrológico

A la falta de datos disponibles sobre las intensidades de lluvia y las relaciones «frecuencia – intensidad – duración», se prestó una especial atención a las precipitaciones diarias. Para la cual la estimación de las precipitaciones extremas en el área de estudio se realizó tomando como base los registros de precipitación máxima diaria ocurrida en 07 estaciones, todas

operadas por el Senamhi; como se muestra en la Tabla 3 la ubicación y las características principales de estas estaciones.

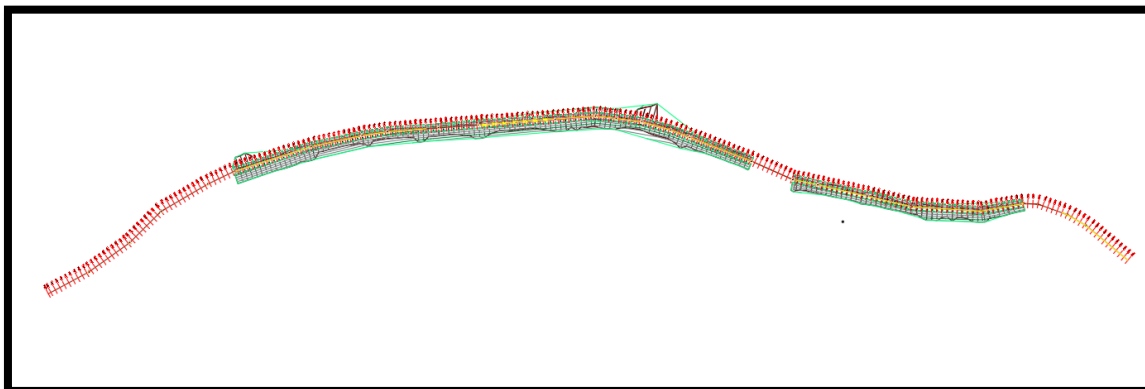


Figura 13: Trazo del muro de contención proyectado

Fuente: Equipo de topografía

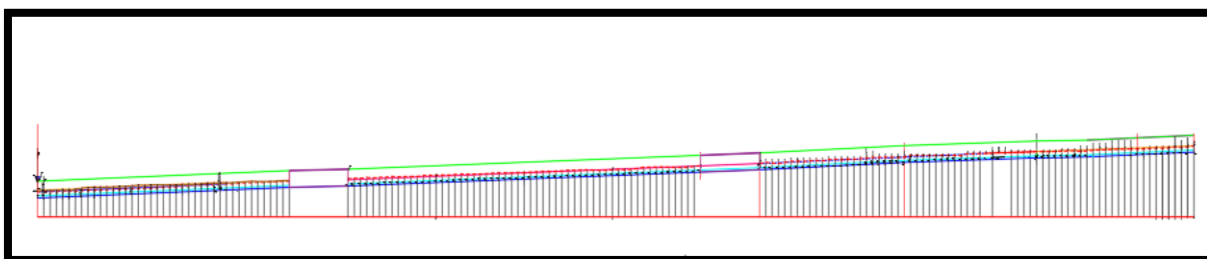


Figura 14: Perfil longitudinal del muro

Fuente: Equipo de topografía

Tabla 3: Ubicación Geográfica de las estaciones

N°	Estación	Coordenadas geográficas		Cota Terreno m.s.n.m.	Ubicación Política		
		Longitud	Latitud		Departamento	Provincia	Distrito
1	Casapalca	76°14'00.3"	11°38'52.0"	4214	Lima	Huarocharí	Chicla
2	Matucana	76°22'40.8"	11°50'20.8"	2479	Lima	Huarocharí	Matucana
3	Milloc	76°21'00.0"	11°34'16.6"	4398	Lima	Huarocharí	Carampoma
4	Rio blanco	76°15'32.0"	11°44'04.3"	3550	Lima	Huarocharí	Chicla
5	San Jose de Parac	76°15'29.2"	11°48'01.9"	3866	Lima	Huarocharí	San mateo
6	Marcapomacocha	76°19'30.1"	11°24'16.0"	4479	Junín	Yauli	Marcapomacocha
7	Yauli	76°05'00.0"	11°40'00.0"	4479	Junín	Yauli	Yauli

Fuente: (Municipalidad Distrital de Cocachacra, 2017)

En la Tabla 4 se muestra la longitud de registros de máximas en 24 horas de cada una de las estaciones analizadas.

Tabla 4: Registros de Precipitaciones Máximas en 24 horas

Años	Casapalca	Matucana	Milloc	Río Blanco	San Jose de Parac	Marcapomacocha	Yauli
1964		15.9					
1965		14.9					
1966		17.1			14.6		
1967		16.7			24.0		
1968					10.0		
1969		12.0			17.0		
1970		31.7					
1971		23.3					
1972		18.1					
1973		252.0					
1974		11.9					
1975		10.8					
1976		15.8					
1977		35.2					
1978		7.8					
1979		12.3					
1980		8.8			17.4		
1981		12.5			42.0		
1982		9.5			28.5		
1983		25.0			27.7		
1984		21.5			19.1		
1985		19.8			24.3		
1986		27.2	34.6		25.0	19.8	
1987		20.9	20.0	14.9	21.2	43.2	
1988	57.0	12.3	32.4	21.3	22.9	23.2	
1989	50.0	10.7	33.1	17.6	15.8	20.8	
1990		10.6	46.2	20.1	14.6	29.2	
1991		17.6	44.4	18.7	18.4	23.6	
1992	14.7	30.5	30.8	10.9	12.4	34.2	
1993	26.1	30.3	37.6	21.3	19.7	27.0	
1994	23.2	15.5	49.2	27.0	25.4	20.4	
1995	30.5	22.3	54.4	22.3	28.8	19.1	
1996	21.0	13.6	23.8	18.5	17.8	24.5	
1997	19.5	9.5	18.3	18.9	18.1	20.4	33.4
1998	31.0	21.9	27.5	18.5	18.8	27.5	25.0
1999	18.4	19.8	28.3	26.5	27.4	25.8	35.3
2000	14.8	14.3	31.3	24.1	28.9	31.6	23.1
2001	16.5	16.2	45.6	18.6	23.5	68.0	20.3
2002	22.8	15.7	24.7	20.0	19.9	20.0	26.9
2003	29.3	19.5	17.6	23.2	26.6	21.0	14.0
2004	17.8	18.0	21.1	17.5	18.1	21.4	6.7
2005	15.6	21.5	19.3	13.7	23.4	20.0	6.9
2006	18.8	14.3	23.2	21.2	23.6	21.9	10.9
2007	26.3	16.6	27.5	53.0	24.4	24.5	14.1
2008	18.5		19.3	24.0	23.5	23.5	11.7
2009	19.5	23.1	26.2	29.2	22.7	36.4	33.3
2010	12.5	17.0	24.7	13.0	25.2	27.6	23.0
2011		14.5	22.6	18.8	27.1	23.3	38.7
2012	23.0	19.8	21.9	23.5	21.5	24.0	28.7
2013	25.1	21.3	42.2	24.7	22.1	26.3	

Fuente: (Municipalidad Distrital de Cocachacra, 2017)

Después del tratamiento y análisis de datos para precipitaciones máximas de 24 horas, se obtuvieron los resultados de la transformación a caudal líquido en el punto de ingreso a la obra proyectada (Ver Figura 15), estos se pueden observar en la Tabla 5.

Tabla 5: Caudales Máximos para Diferentes Períodos de Retorno – Subcuenca

T (años)	Caudales máximos (m ³ /s)
50	95.8
100	117.8
200	139.5
1000	194.1

Fuente: (Municipalidad Distrital de Cocachacra, 2017)

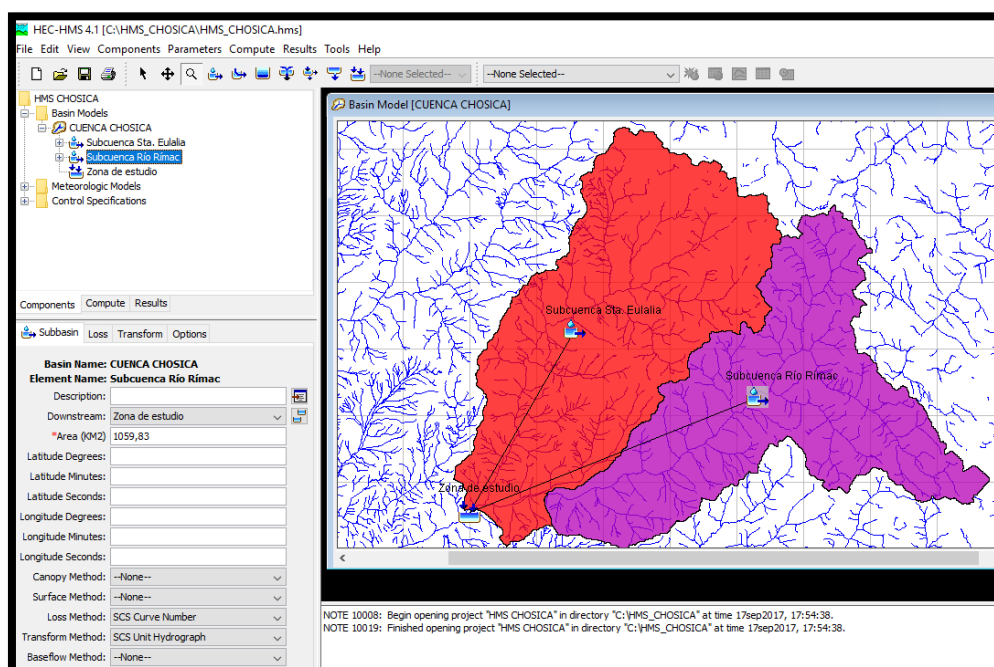


Figura 15: Modelo de subcuencas aportantes

Fuente: (Municipalidad Distrital de Cocachacra, 2017)

3.3. Estudio Hidráulico

El objetivo de este estudio fue describir la aplicación del modelo HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center –River Analysis System (2005)) para la zona de estudio que se encuentra en la parte baja de la Subcuenca del río Rímac, estimando los caudales para los periodos de retorno de 50, 100, 200 y 1000 años calculados en el ítem anterior. El tramo del cauce en estudio tiene baja pendiente, en comparación con la parte alta y media de la cuenca, es el más susceptible a problemas de inundación y este sector el que cuenta con información

topográfica detallada, necesaria para realizar la modelación hidráulica complementado con el estudio hidrológico.

La organización de este capítulo contempla la descripción de la información disponible en cuanto a geometría y secciones transversales del cauce, los datos de caudales, niveles que brindan las condiciones de frontera del modelo y las simulaciones realizadas para condiciones de flujo permanente (el caudal de cierto período de retorno fluyendo de forma continua y constante en el cauce del río).

3.3.1. Características Hidráulicas.

Se describen a continuación las características generales del tramo en estudio en el río Rímac, su perfil longitudinal y la geometría del cauce incluyendo las características de las secciones transversales. Igualmente se presenta la estimación del coeficiente de rugosidad y las condiciones de frontera para la modelación con HEC-RAS.

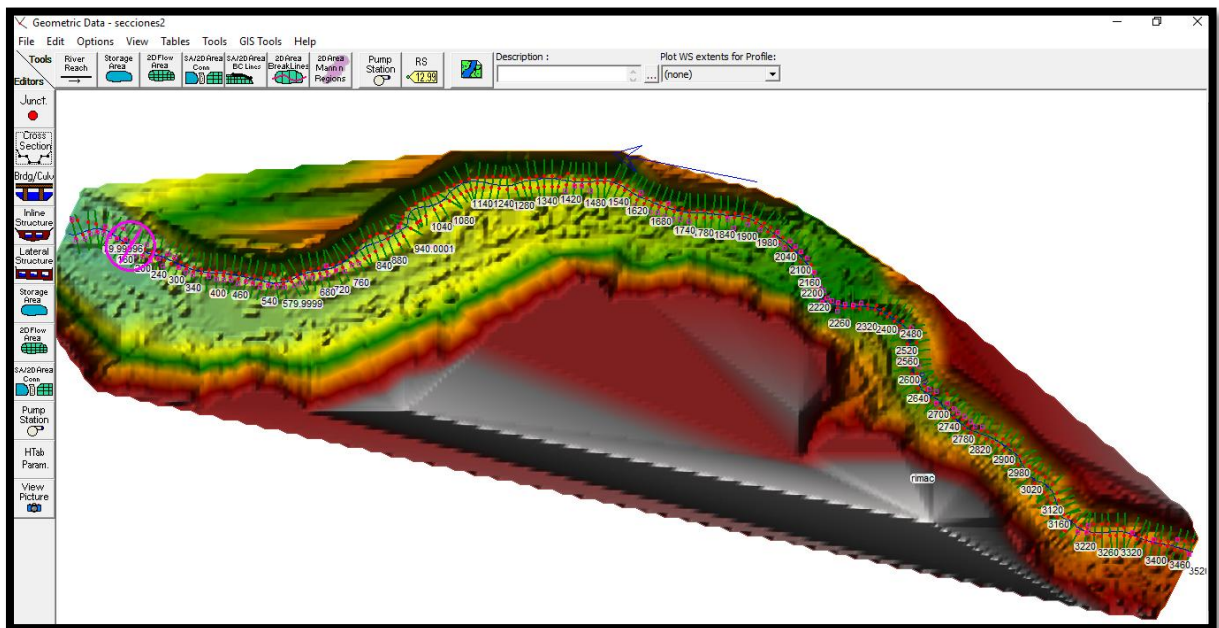


Figura 16: Modelo Hidráulico en Hec-RAS

3.3.2. Perfil Longitudinal.

En Figura 17 se muestra el perfil longitudinal del río a lo largo del cauce principal, en el tramo analizado de concesión ubicado en el mismo Río Rímac.

El procedimiento fue generar a partir de curvas de nivel una superficie del terreno en el AutoCAD Civil 3D, para luego hacer las secciones cada 20 m; luego preparar la información para exportar al Hec-RAS y así complementar la información faltante para la corrida del modelo.

3.3.3. Condiciones de Frontera.

En el capítulo anterior se determinaron los caudales máximos para un período de retorno de 200 años.

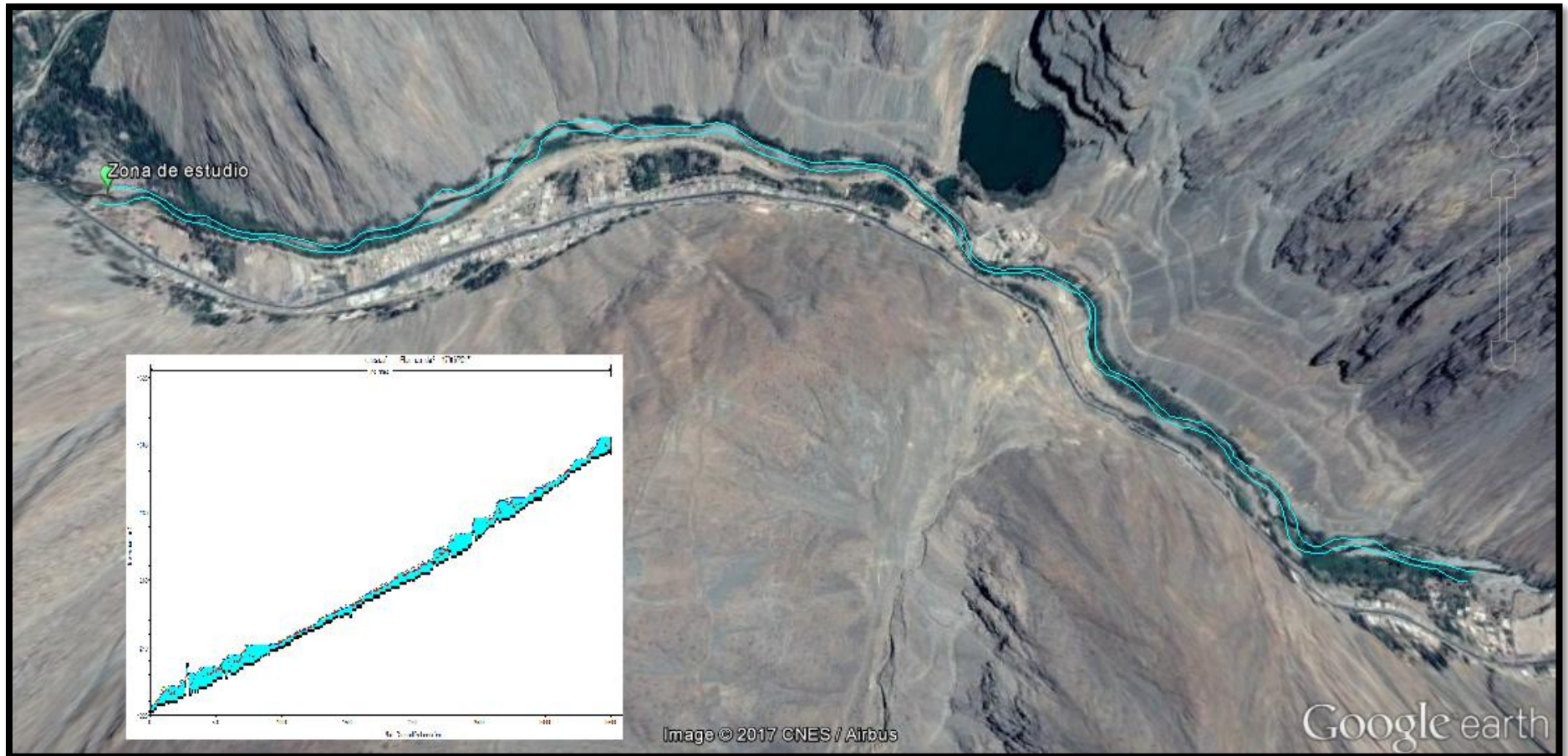


Figura 17: Perfil Longitudinal del Río – Tramo analizado

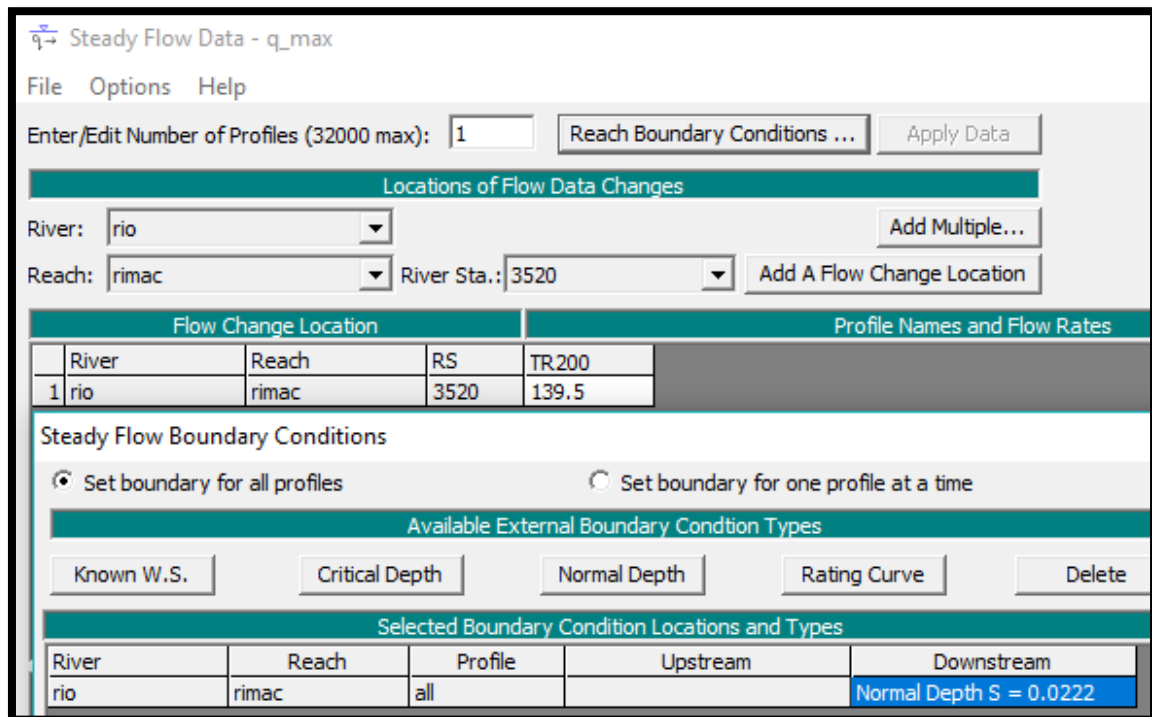


Figura 18: Condiciones de Frontera

3.3.4. Resultados de la Modelación Hidráulica.

Para el caso de flujo permanente se ha realizado para una caudal máximo para un período de retorno de 200 años, considerado para defensas ribereñas. A continuación, se muestra la Figura 19 del tramo en estudio para el período de retorno. Como ejemplo se muestra las secciones hidráulicas 20 a 420 en la Figura 20, el detalle de las subsiguientes se puede encontrar en el Anexo 8.1: Modelamiento hidráulico, secciones transversales.

3.4. Estructuras proyectadas

La estructura cuyo objeto es el desarrollo del presente proyecto es un muro de mampostería de concreto ciclópeo ubicado inicialmente en la posición especificada por el plano Clave (PC-01) con coordenada de inicio de corona: 328632E, 8682981N, cota 1261.5 msnm y final 327950E, 8683042N, cota 1348.6 msnm, con una longitud inicial planteada de 697.20 metros lineales, pendiente promedio de 12.5% y una altura total de 6.80 metros incluyendo la zapata, la cual tiene 4.10 m de ancho. A continuación, se realiza la descripción de las secciones más importantes que la conforman de manera estructural, y las cuales son, coincidentemente, las que mayor injerencia tienen en el presupuesto, representando entre ambas el 58.76% del total del costo directo.

3.4.1. Cimiento corrido (Zapata)

Es el elemento estructural de cimentación que sirvió como base de soporte a la pantalla del muro de contención de mampostería de piedra (Ver Figura 21).

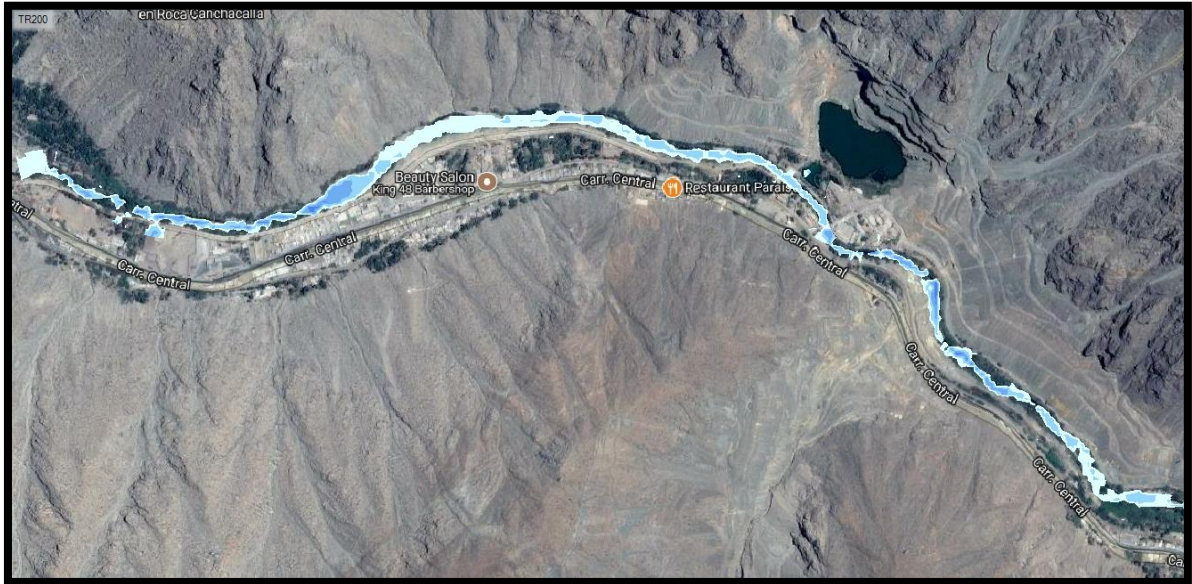


Figura 19: Vista de planta, tirantes proyectados



Figura 20: Secciones 20.0 – 420.0en Hec-Ras del Tramo

Para realizar esta estructura fue necesario contar con el replanteo de campo y con el seguimiento del topógrafo a fin de mantener las cotas proyectadas y la pendiente de diseño. Las dimensiones de esta estructura están planteadas en 4.10 metros de ancho, 0.80 metros de alto y por el largo de la pantalla, este largo se suele considerar entre 4.00 a 6 .00 metros según procesos constructivos.

Para el reporte de insumos por partida se utilizó el Análisis de Costos Unitarios (Ver Tabla 6), el cual detalla los materiales y la mano de obra a utilizar. En este caso corresponde a la partida 02.04.01. Para este caso por metro cúbico (m³) se requirió un presupuesto de 227.37 soles a costo directo, por otro lado, y, a manera de explicación, tanto para las autoridades ediles como para la población local, se detalló que el costo unitario por metro lineal de muro construido le corresponde un costo de 745.77 soles a costo directo.

Tabla 6: Análisis de Costo Unitario, partida 02.04.01

Partida	02.04.01	CIMIENTO CORRIDO MEZCLA 1:8 +30% PG 10'' MAXIMO				
Rendimiento	m³/Día	28.00	Costo unitario directo por: m³		227.37	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	Capataz	hh	0.20	0.06	28.19	1.61
0147010002	Operario	hh	1.00	0.57	23.38	13.36
0147010003	Oficial	hh	1.00	0.57	18.48	10.56
0147010004	Peón	hh	10.00	1.14	16.71	19.10
						44.63
Materiales						
0205000041	Piedra grande de 10"	m ³		0.30	38.14	11.44
0221000094	Cemento Portland tipo I (42.5 kg)	bls		5.50	19.07	104.89
0238000003	Hormigón	m ³		0.91	60.00	54.60
0239050000	Agua	m ³		0.18	8.00	1.44
						172.37
Equipos						
0337010001	Herramientas manuales	%MO		5.00	44.63	2.23
0348010086	Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp)	hm	1.00	0.29	28.48	8.14
						10.37

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Asentado de muro de piedra (Pantalla)

Esta estructura conforma la pantalla del muro según la sección previamente construida y definida por los encofrados, utilizando una mezcla de hormigón y cemento en la proporción Concreto: Hormigón = 1:6 y adicionando 75 % de Piedra Grande con una cara plana, colocando esta última en forma perpendicular al suelo de manera que quede expuesta a la cara plana del muro. Como se puede apreciar en la Figura 21, la estructura posee configuración trapezoidal con una corona de 0.50 m, base inferior de 2 y una altura de pantalla de 6.00 m, traducido en una sección transversal de 9.00 m²

Para el reporte de insumos por partida se utilizó el Análisis de Costos Unitarios (Ver Tabla 7), el cual detalla los materiales y la mano de obra a utilizar. En este caso corresponde a la partida 02.04.03. Para este caso por metro cúbico (m³) se requirió un presupuesto de 216.60 soles a costo directo, por otro lado, y, a manera de explicación, tanto para las autoridades ediles como para la población local, se detalló que el costo unitario por metro lineal de muro construido le corresponde un costo de 1949.40 soles a costo directo.

Tabla 7: Análisis de Costo Unitario, partida 02.04.03

Partida	02.04.03	ASENTADO DE MURO DE PIEDRA HABILITADA MEZCLA 1:6 +75% DE P.G.				
Rendimiento	m ³ /día	50.00	Costo unitario directo por: m ³		216.60	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	Capataz	hh	0.30	0.05	28.19	1.35
0147010002	Operario	hh	3.00	0.48	23.38	11.22
0147010004	Peón	hh	3.00	0.48	16.71	8.02
						20.59
Materiales						
0205000009	Piedra grande de 8"	m ³		0.98	38.14	37.19
0205010004	Arena gruesa	m ³		0.33	85.00	27.63
0221000094	Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bls		6.75	19.07	128.72
0239050000	Agua	m ³		0.18	8.00	1.44
						194.98
Equipos						
0337010001	Herramientas manuales	%MO		5.00	20.59	1.03
						1.03

Fuente: Elaboración propia

3.5. Análisis de compatibilidad

El informe de compatibilidad fue redactado tomando en cuenta el Reglamento de la Ley N°30225, Ley de Contrataciones del Estado (Ministerio de Economía y Finanzas, 2018), el cual menciona en su artículo 177. Revisión del expediente técnico de obra que estipula: será necesario un informe técnico de revisión del expediente técnico de obra, que incluya, entre otros, las posibles prestaciones adicionales, riesgos del proyecto y otros aspectos que fueran materia de consulta. En este caso, teniendo en cuenta que el cronograma de obra (Subcapítulo 4.4) denota una duración de 150 días se tuvo una ventana de 15 días para realizar este informe, mientras que, el supervisor de obra tuvo 10 días para analizar el informe del contratista y emitir su conformidad (en este caso no presentó observaciones al informe presentado por residencia de obra). Visto esto el Residente de obra juntamente con el Supervisor de Obra se apersonaron en el lugar donde se ejecutará la obra mencionada, a efectos de llevar a cabo la visita de compatibilidad previo al inicio de la obra.

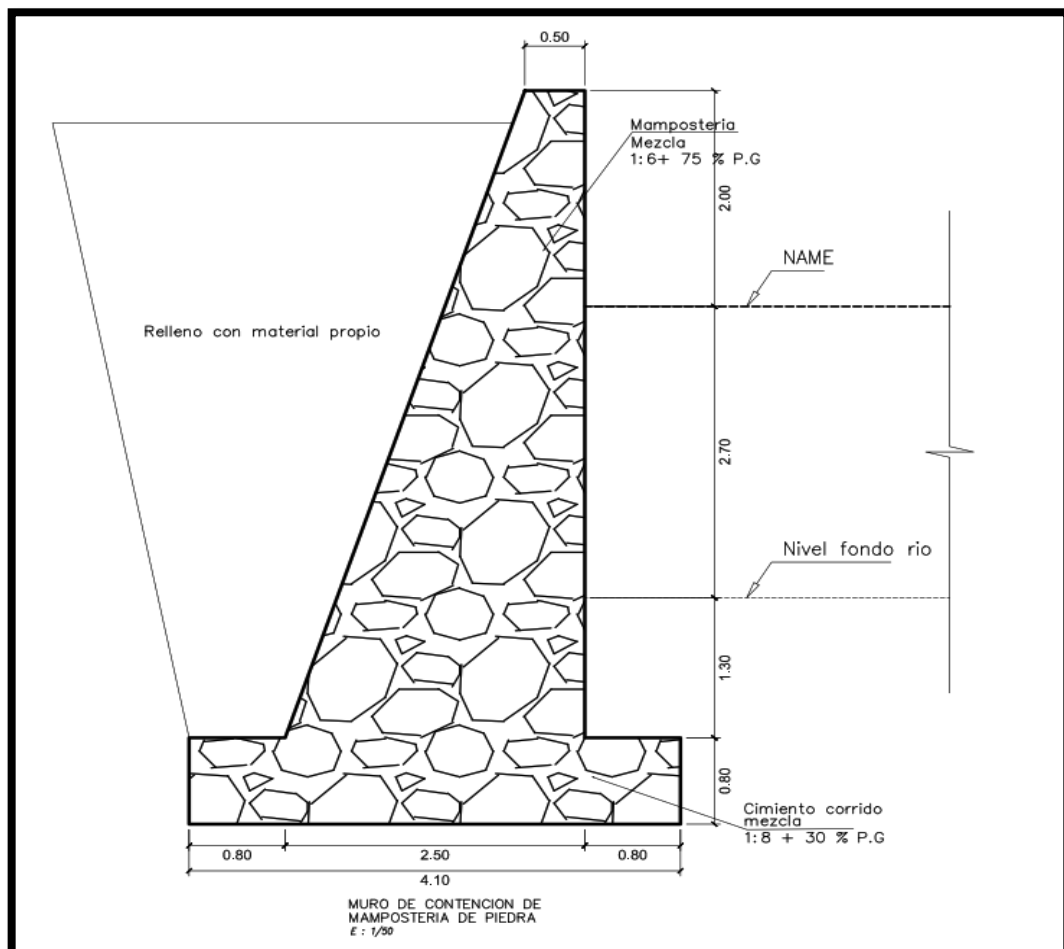


Figura 21: Sección transversal de muro de contención, sección típica

Fuente: (Municipalidad Distrital de Cocachaca, 2017)

Para la elaboración se tomó en consideración el formato SO-01- “Formato de compatibilidad de obra” presentado en la Guía Técnica para la Administración y Ejecución de Obras (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo , 2020), este formato establece una secuencialidad de pasos para la revisión del expediente técnico y su respectiva visita de campo, estos son descritos la Tabla 8.

Tabla 8: Formato SO-01, compatibilidad de obra

Ítem	Criterio de evaluación	Descripción
1	Compatibilidad entre formatos del expediente técnico	Congruencia entre Metrados-Presupuesto-Planos-EETT*-ACU**
2	Funcionamiento y operatividad del proyecto a ejecutarse	Puntos de agua, acometida eléctrica y construcciones complementarias
3	Partidas consideradas en el Presupuesto del Expediente Técnico	Analiza la suficiencia, duplicidad o ausencia de partidas
4	Insumos considerados en el proyecto	Analiza los materiales cotizados en relación con los precios de mercado
5	Verificación en el Expediente técnico	Consideración de implementos de seguridad, herramientas requeridas y sanitarias
6	Planos del expediente técnico	Ubicación, topográfico, perfil, secciones transversales, etc.
7	Información clave dentro del Expediente Técnico	Memorias de cálculo, diseños, mecánica de suelos, canteras, etc.
8	Costos indirectos Presupuestados	Analiza la consideración de Residente de obra, Supervisor, Maestros, etc.
9	Disponibilidad y propiedad del terreno de intervención	Acreditación de propiedad del terreno, SUNARP, disponibilidad física, etc.
10	Transferencia de obra	¿La entidad receptora está enterada de la ejecución?
11	Desembolso del programa	¿Se ha ejecutado la transferencia de programa?
12	Cofinanciamiento	En caso corresponda
13	Pronunciamiento final	¿Conforme o no conforme?

*EE.TT.: Especificaciones Técnicas

**ACU: Análisis de Costos Unitarios

Fuente: adaptado de (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo , 2020)

3.5.1. Análisis de planos de obra

Correspondiente al ítem número 6 de formato SO-01, para este caso como primer ítem de evaluación se tendrá en cuenta los planos presentados en el expediente técnico, los cuales se detallan en la Tabla 9, se solicitarán versiones digitales y editables a la oficina de Obras Públicas de la Municipalidad Distrital de Cocachacra, a fin de poder validar las consideraciones de diseño, planos topográficos, cotas proyectadas, y finalmente, sirva para la verificación de la planilla de metrados propuesta, sobre todo en la sección de movimiento de tierras, corte y relleno.

Tabla 9: Planos presentes en el expediente técnico de obra

Ítem	Código	Especialidad	Descripción	Fecha	Escala
1	PU-01	General	Plano de ubicación	Jul-21	S/E
2	PC-01	General	Plano de intervención	Jul-21	1:25 000
3	PT-01	Topografía	Plano topográfico	Jul-21	1:1 000
4	PGM-01/03	Estructuras	Plano General-Muro	Jul-21	1:500
5	PLM-01	Estructuras	Perfil Longitudinal-Muro	Jul-21	1:500
6	PST-01/04	Estructuras	Secciones Transversales-Muro	Jul-21	1:500
7	DM-01	Estructuras	Detalles Constructivos	Jul-21	1:50

Fuente: Elaboración propia

La verificación se dio con el formato presentado en la Figura 22, este permitió un primer acercamiento de la existencia de los planos mínimos para la ejecución de obra. Posterior a esto pasó al área de oficina técnica para la revisión a cargo de los ingenieros.

6. Los Planos del Expediente técnico, son claros y reflejan los detalles de los trabajos a ejecutar

- Planos de Ubicación y Localización	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	No corresponde <input type="checkbox"/>
- Plano de ubicación de de Cantera de existir partidas de extracción de piedras y agregados	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	No corresponde <input type="checkbox"/>
- Plano topográfico	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	No corresponde <input type="checkbox"/>
- Plano de perfil longitudinal	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	No corresponde <input type="checkbox"/>
- Plano de secciones transversales	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	No corresponde <input type="checkbox"/>
- Plano de demoliciones	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	No corresponde <input type="checkbox"/>
- Plano en planta	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	No corresponde <input type="checkbox"/>
- Plano de estructuras	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	No corresponde <input type="checkbox"/>
- Planos de detalle de estructuras	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	No corresponde <input type="checkbox"/>
- Planos de instalaciones sanitarias	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	No corresponde <input type="checkbox"/>
- Planos de instalaciones eléctricas	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	No corresponde <input type="checkbox"/>
- Planos de detalles	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	No corresponde <input type="checkbox"/>
- Otros	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	No corresponde <input type="checkbox"/>

De existir otro plano, detallar:

Figura 22: Formato de revisión de planos

Fuente: (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo , 2020)

3.5.2. Estudios básicos

Corresponde al ítem número 7 del formato SO-07, en este caso se evaluó bajo el formato presentado en la Tabla 10, siendo necesaria no sólo la revisión de la existencia sino también el análisis a detalle de las consideraciones mínimas en cada ítem y su adecuada

correspondencia con la realidad del sitio. Posterior al análisis y a la reunión de concertación entre los ingenieros involucrados junto con el contratista se emitió un informe realizando todas las consultas formuladas, dirigido al supervisor de obra para que este lo haga llegar de manera formal a la municipalidad y esta a su vez al Ingeniero Proyectista el cual estuvo a cargo de la elaboración del expediente técnico.

Tabla 10: Formato de revisión de estudios básicos

Ítem	Concepto	Consideraciones mínimas
1	Memorias de cálculo	Normativa requerida
2	Diseño estructural	Peso específico de los materiales, factor de seguridad al volteo, al deslizamiento,
3	Estudio hidrológico	Estaciones meteorológicas e hidrológicas consideradas,
4	Estudio de Mecánica de suelos	Capacidad portante, esfuerzo de corte, granulometría, % de humedad
5	Estudio de canteras	Ubicación, servicios, diámetros, prueba de los ángeles, ISOs, % de humedad
6	Plan de seguridad en obra	Análisis de trabajo seguro, IPERC, formatos de limpieza, tareo, seguridad de ingreso/salida, Órdenes de trabajo, inspección vehicular, certificaciones de maquinarias, checklist de vehículos
7	Estudio de Impacto ambiental	Impactos identificados, medidas de mitigación

Fuente: Elaboración propia

En este caso se tomó especial consideración al diseño estructural de los muros de contención, teniendo en cuenta que sobre este se formulará las dimensiones de las pantallas, cimentaciones y la ubicación de la estructura, dado que, con respecto al expediente matriz, la primera etapa no construyó muro de mampostería, la segunda etapa construyó 119.80 metros lineales y esta tercera etapa proyecta 697.20 m, haciendo un total de 817 m, restando 436 metros para finiquitar la meta planteada en el expediente original, considerada como óptima.

3.5.3. Partidas a ejecutar

A continuación, se presenta la estructura de las partidas consideradas para la ejecución de este proyecto (Tabla 11), divididas en dos títulos, nueve subtítulos y 31 partidas específicas, las dos más gravitantes, económicamente hablando, descritas en el subcapítulo anterior. Estas partidas fueron las evaluadas en campo para determinar su idoneidad y las posibles deficiencias que tuvieran con respecto a la ejecución de obra.

Tabla 11: Partidas consideradas en expediente técnico

Ítem	Descripción
01	Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud
01.01	Obras provisionales
01.01.01	Almacén, oficina y guardianía
01.01.02	Alquiler de SS. HH
01.01.03	Cartel de obra 7.20x3.60
01.01.04	Almacenamiento de agua para la construcción
01.02	Trabajos preliminares
01.02.01	Limpieza de terreno
01.02.02	Movilización y desmovilización de maquinarias, equipos y herramientas
01.02.03	Habilitación de vía de acceso
01.02.04	Flete terrestre
01.03	Seguridad y salud
01.03.01	Plan de seguridad y salud en el trabajo
01.03.02	Equipo de protección personal
01.03.03	Medidas de prevención sanitaria contra el covid-19
01.03.04	Señalización temporal de seguridad
02	Muro de mampostería de piedra
02.01	Obras preliminares
02.01.01	Desbroce y limpieza con maquinaria
02.01.02	Trazo y replanteo inicial
02.01.03	Desviación de río (con maquinaria)
02.02	Movimiento de tierras
02.02.01	Corte de terreno normal c/maquinaria
02.02.02	Excavación para estructura en seco
02.02.03	Refine y compactación de fondo de zapata
02.02.04	Relleno con material propio y compactación c/equipo liviano
02.02.05	Eliminación de material excedente en volquete (1 km.)
02.03	Habilitación de piedra
02.03.01	Extracción de piedra
02.03.02	Corte y habilitación de piedra
02.03.03	Transporte de piedra al punto de acopio
02.04	Muro de mampostería de piedra
02.04.01	Cimiento corrido mezcla 1:8 +30% pg 10'' máximo
02.04.02	Encofrado y desencofrado de muro de mampostería de piedra
02.04.03	Asentado de muro de piedra habilitada mezcla 1:6 +75% de P.G.
02.04.04	Emboquillado decorativo de muro de mampostería C: A 1:4
02.05	Juntas
02.05.01	Junta de Tecnopor de 1''
02.05.02	Junta elastomérica
02.06	Varios
02.06.01	Drenaje en muro con tubería PVC ϕ 2" clase c-7.5
02.06.02	Suministro y colocación de filtro

Fuente: Elaboración propia

3.5.4. Evaluación de rendimiento

Para el caso de estudio se utilizó como herramienta de gestión la curva S, esta representa gráficamente datos acumulativos relevantes, como costos o horas de trabajo, en función del tiempo. Este gráfico se construye sobre un plano cartesiano, tomando su nombre de la forma característica que adquiere al representar el tiempo (eje x) frente al costo (eje y) del proyecto. Para nuestro caso, los costos iniciales corresponden a las actividades preliminares, obras

provisionales y planes de seguridad, a continuación, se prosigue con las subsiguientes partidas experimentando un crecimiento gradual con el tiempo, luego atraviesan fases intermedias de crecimiento más acelerado, para finalmente retomar un crecimiento simétrico al de las fases iniciales.

Es importante destacar que la curva S no implica un desarrollo uniforme para todos los proyectos. Esta herramienta se aplica en diversos tipos de proyectos, y puede darse el caso de que un proyecto inicie con una inversión significativa, como es común en el sector construcción.

La curva S con frecuencia tiene esta forma porque el crecimiento del proyecto en las etapas iniciales suele ser lento: acaba de arrancar; se contrata a los miembros del equipo y estos empezando a participar en la primera fase de ejecución, que puede llevar más tiempo al principio, hasta que se familiaricen con ella o hasta que haya problemas que resolver.

Después, a medida que se avanza más, el crecimiento se acelerará rápidamente, creando esa pendiente ascendente que forma la parte media de la «S», ver Figura 23. Este punto de máximo crecimiento se denomina punto de inflexión. Durante este período, los miembros del equipo del proyecto están trabajando intensamente en el proyecto y se incurre en muchos de los principales costes. Tras el punto de inflexión, el crecimiento comenzará a estabilizarse, formando la parte superior de la «S», conocida como asíntota superior, y la fase «madura» del proyecto. Esto se debe a que el proyecto está ya casi terminado y a punto de concluir: por lo general, en este punto solo quedan partidas estéticas y de menor cuantía con respecto a las principales.

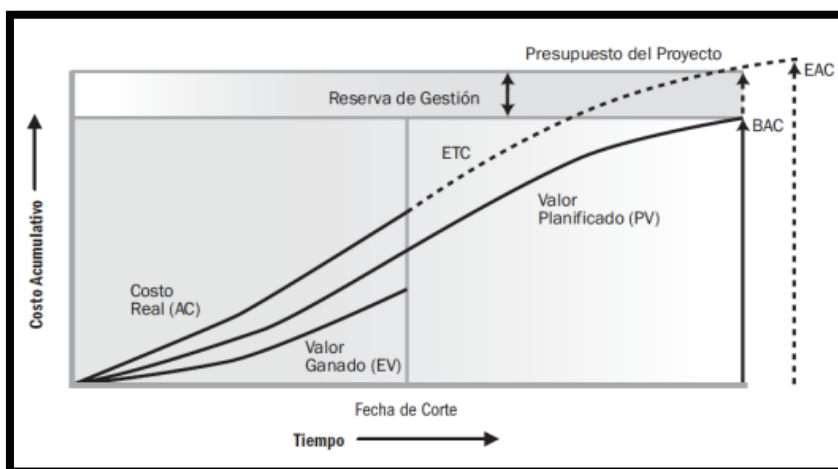


Figura 23: Costo Real Vs costo Planificado

Fuente: (Project Management Institute , 2013)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud

4.1.1. Obras provisionales

Se refirió a las condiciones previas para la habilitación del área tales como instalación de oficina de obra, caseta de guardianía, la gestión de SS HH tanto para personal como para oficina técnica, colocación de cartel de Obra (En este caso se utilizó uno de 7.20*3.60) y la habilitación del almacén de materiales de obra y almacén de agua.

4.1.1.1. Almacén, oficina y guardianía

Comprendió los gastos de alquiler destinados para:

- Almacén: Que es un ambiente donde se depositarán los materiales, equipos y herramientas, durante la ejecución de obra.
- Oficina: es el lugar de planeamiento y gestión de los procesos de la obra, tanto logísticos como ingenieriles, donde se instalaron los equipos necesarios de una oficina técnica de obra que permitieron llevar a cabo dichas funciones durante toda la ejecución, brindando comodidad al personal especializado del Contratista, así como las facilidades necesarias a la Supervisión.
- Guardianía: es el ambiente donde se controló la accesibilidad a la obra: registro de entrada y salida de personal, equipos y materiales correspondientes a la obra, ya sea de estancia permanente o temporal.

Este trabajo fue medido en unidad de tiempo (mes), considerando dentro de esta partida actividades conexas necesarias que conllevaron a la correcta ejecución tales como herramientas de limpieza, candados de seguridad, cadenas, entre otros. Además, fue responsabilidad del Residente el velar por la calidad y buen mantenimiento de las instalaciones en las oficinas, confort de los muebles y seguridad de los equipos electrónicos que se instalen dentro, para ello en coordinación con el área de SSOMA, se elaboró formatos

de limpieza semanal de manera que se pueda realizar un seguimiento de las actividades programadas en este fin (Ver Tabla 12).

Tabla 12: Formato de limpieza semanal, guardianía y oficina técnica

Consorcio Ribereño		Formato de limpieza						Fecha:	
Locación:								Área:	
Semana:		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
Hora									
07:00									
Responsable:									
Firma									
17:00									
Responsable:									
Firma									

Fuente: Residencia de obra

4.1.1.2. Alquiler de SS. HH

Esta partida comprendió el alquiler de servicios higiénicos químicos portátiles para el personal, durante todo el tiempo de ejecución de la obra, bajo las siguientes condiciones:

El Contratista alquiló un (1) servicio higiénico por cada veinte (20) obreros, realizando un total de tres (03) para un pico de 60 obreros durante el máximo requerimiento, uno para cada frente de trabajo que se tenía en dicho momento, las instalaciones de estos servicios higiénicos fueron mantenidos por una empresa especializada (DISAL Perú), el cual realizaba estas labores en obra una vez por semana. A continuación, se pasa a describir los requerimientos mínimos que fueron utilizados para las cotizaciones de este servicio a los proveedores:

- Medidas aproximadas del baño portátil: Alto: 2.00 mts, ancho 1.00 mts, largo 1.00 mts.
- Tanque esquinado mínimo de 240 litros de capacidad para residuos.
- Inodoro de capacidad de 260 a 330 Lt, de uso múltiple.
- Lavamanos de 30 litros de capacidad de agua fresca con bomba de pie (Incluir agua).
- Dispensador de jabón líquido (Incluir jabón líquido).
- Porta papel higiénico (Incluir papel higiénico).
- Porta papel toalla (Incluir papel toalla).
- Pestillo interior y porta candado exterior.

- Indicador exterior (Ocupado/Libre)
- Tubo de ventilación.
- Tacho de basura

Para el procedimiento de limpieza se solicitó a los proveedores postulantes que como mínimo en su guía de procedimientos de limpieza se incluyan las siguientes consideraciones:

- Lavado, recojo de desechos y acondicionamiento interno.
- Recojo de residuos del tacho de basura.
- Desinfección interior y exterior.
- Para cada mantenimiento de los baños portátiles, el proveedor deberá cambiar todos los insumos (agua, papel higiénico, papel toalla, jabón líquido).
- Después de cada mantenimiento a los baños portátiles, el personal del proveedor deberá emitir una constancia de limpieza y/o mantenimiento, la misma que deberá ser firmada por el operario del proveedor, el Residente de Obra y el Ingeniero de Seguridad, a manera de conformidad por el servicio realizado. En dicha constancia, se deberá consignar la siguiente información:
 - Fecha y hora.
 - Nombre completo del operario designado por el proveedor.
 - Actividades realizadas durante el servicio de limpieza y/o mantenimiento.
 - Firma y número de documento de identidad del operario designado
 - Firma, nombre completo y número de documento de identidad del Ingeniero de Seguridad.

4.1.1.3. Cartel de obra

Para la identificación de la Empresa Constructora que estuvo a cargo de la ejecución de la obra, se necesitó contar con un cartel, de medidas 7.20m x 3.60m y se ubicó de acuerdo con las indicaciones del Ingeniero Supervisor, desde el inicio de obra. En éste deberá indicarse:

- Entidad Licitante de la obra.
- Magnitud de la obra.
- Nombre de la Empresa Contratista.
- Plazo de ejecución en días calendarios.
- Financiamiento.

Las características que fueron utilizadas para la elaboración: con respecto al Banner que comunicará lo referente a la obra - dicho líneas arriba -, fue impreso en 13 onzas. La madera tornillo, cuyo contenido de humedad garantizó que esta mantuviera sus dimensiones y secciones sin deformaciones, desde el inicio hasta la finalización de la obra.

Para su instalación se utilizó: Cola sintética, clavos de acero de cabeza estriada (Acero SAE 1008), clavos para calamina 2 ½"x9, asfalto RC-250, concreto ciclópeo y herramientas manuales. La realización de esta partida se puede apreciar en la Figura 24.



Figura 24: Cartel de obra 7.20*3.60m; formato MIDAGRI y MDC

Fuente: Residencia de obra

4.1.2. Trabajos preliminares

Dentro de este ítem se consideró la movilización y desmovilización de equipos pesados, transporte de materiales a obra y transporte de combustible al campamento para la maquinaria pesada. Limpieza del terreno; habilitación de camino de acceso, dotado de una adecuada señalización para indicar su ubicación y la circulación de equipos pesados, evitando en lo posible movimiento de tierras mayores en su construcción.

4.1.2.1. Limpieza de terreno

Esta partida incluyó la limpieza y despeje de todas las áreas de construcción, de acuerdo con el replanteo realizado al inicio de la obra. En particular, se efectuaron estas operaciones en: el patio de máquinas, almacenes temporales, vías de acceso y áreas de construcción de todas las obras permanentes a cielo abierto que conforman el Proyecto, de modo que el terreno quede limpio, libre y su superficie resulte en una superficie llana para iniciar los demás trabajos. La partida comprendió también el apilado de todo el material retirado producto de la limpieza en la zona de acopio.

La limpieza consistió en la remoción y disposición de toda la capa vegetal (Ver Figura 25), y demás materiales orgánicos indeseables, basura y despojos hasta una profundidad de 0.20 m; las zonas proyectadas para esta actividad fueron las mencionadas líneas arriba, así como las zonas donde se efectuarán excavaciones para las estructuras y rellenos de los muros de contención. Teniendo en cuenta que la zona de trabajo comprendió suelos fácilmente erosionables, la limpieza fue efectuada en el ancho mínimo compatible con la construcción de las obras, con el fin de mantener en la mayor superficie posible y la cubierta vegetal existente, como medida para evitar la erosión, asimismo, estos suelos sueltos fueron humedecidos previamente, a fin de evitar en lo posible la dispersión del material particulado.



Figura 25: Limpieza de terreno sobre la progresiva 0+800.0

Fuente: Residencia de obra

4.1.2.2. Movilización y desmovilización de maquinarias, equipos y herramientas

En esta partida se ejecutaron las acciones necesarias para suministrar y transportar los insumos necesarios al lugar de la obra, equipo mecánico, materiales, herramientas y en general todo lo necesario para instalar y empezar los trabajos.

Para realizar la movilización se tomó en cuenta el costo para cubrir el trabajo de adquisición de provisiones, materiales, equipo mecánico y herramientas, lo necesario para reunir el personal adecuado, así como el requerido para el transporte de los mencionados elementos al lugar de la obra (incluyendo el costo del seguro de transporte de ser necesario).

Para esta partida se incluyó también el costo de la desmovilización al finalizar los trabajos, realizando el retiro del lugar de la obra de los elementos aportados y transportarse al lugar indicado para su almacenamiento.

Se incluyeron las siguientes prestaciones:

- Costos de transporte de todos los equipos y maquinarias requeridos para la obra (Ver Figura 26)
- Gastos de seguros durante el transporte y durante su permanencia en obra.



Figura 26: Movilización de mezcladora desde almacene del proveedor

Fuente: Equipo de logística y control de calidad

Adicionalmente, la totalidad de los equipos se presenta a continuación:

- Estación total y Nivel Topográfico
- Compactador Tipo plancha 4HP.
- Martillo Neumático de 24 kg.
- Compresora Neumática 250-330PCM-87HP
- Camión Volquete de 6m3
- Vibrador a Gasolina 1 1/2", 4 HP
- Equipo de Corte y Soldeo.
- Mezcladora de Concreto Tambor 18HP 11P3
- Cargador Frontal

4.1.2.3. Habilitación de vías de acceso

Las vías de acceso fueron dotadas de una adecuada señalización para indicar su ubicación y la circulación de equipos pesados, debiendo utilizarse como mínimo material reflectivo Tipo IV. Los caminos de acceso, al tener el carácter provisional, fueron construidos solo efectuando un tratamiento que mejore la circulación, a partir de zonas aparentes para este fin, durante la ejecución de toda esta partida fue primordial evitar la producción de polvo, ello se realizó mediante el regado de las vías de acceso dos veces por día.

4.1.2.4. Flete terrestre

Esta partida comprendió los trabajos de traslado de material desde Chosica hasta la obra. El equipo de calidad fue el encargado de constatar los certificados de calidad, las cantidades solicitadas y que los transportes de materiales sean ejecutados con las especificaciones mínimas de transporte dadas por el fabricante.



Figura 27: Partida de flete terrestre, arena gruesa sobre la progresiva 0+620.0

Fuente: Equipo de logística y control de calidad

4.1.3. Seguridad y Salud

Ejecución del Plan de seguridad y salud en el trabajo durante el tiempo que demore la ejecución del proyecto, necesario para mitigar accidentes en obra o para tener una metodología de respuesta en caso de que se presente un siniestro. Entrega del Equipo de Protección Personal (EPP) según la ley N° 297783², Ley de Seguridad y salud en el trabajo (junto a sus pares internacional ISO 45001-2018³ y 9001-2015⁴), implementación de las medidas de prevención sanitaria contra el Covid-19 en el subsector construcción (Ministerio de Salud, 2020)⁵ y señalización temporal de seguridad.

²Congreso de la República. (20 de agosto de 2011). Ley N° 29783. Obtenido de El Peruano:

<https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/Ley%2029783%20SEGURIDAD%20SALUD%20EN%20EL%20TRABAJO.pdf>

³ International Organization for Standardization (ISO). (12 de marzo de 2018). ISO 45001:2018. Obtenido de Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo — Requisitos con orientación para su uso:

<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:es>

⁴ International Organization for Standardization (ISO). (15 de setiembre de 2015). Quality management systems — Fundamentals and vocabulary. Obtenido de ISO 9000:2015:

<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:en>

⁵Ministerio de Salud. (28 de abril de 2020). R.M. 239-2020 MINSA. Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/668359/RM_239-2020-MINSA_Y_ANEXO.PDF?v=1588181316

4.1.3.1. Plan de seguridad y salud en el trabajo

A) Plan de seguridad en el trabajo

El plan de seguridad se elaboró bajo las siguientes directrices:

- Identificación desde el inicio de los trabajos, los factores y causas que podrían originar accidentes.
- Disposición de medidas para reducir los factores y causas de riesgo de accidentes.
- Procedimientos de difusión entre el personal sobre las medidas de seguridad. Debiéndose considerarse metodologías adecuadas a las características socioculturales del personal. En este caso se recurrió a las charlas de 10 minutos, cuyo formato de registro se muestra en la Tabla 13, por confidencialidad se han retirados las columnas de Expositor y Supervisor.

Tabla 13: Registro de charlas de 10 minutos, previo al inicio del día

Semana	Día	Tema	Asistentes	Asistentes Total	Duración (min)
Semana1	Lunes	Los hábitos	30	134	10
	Martes	Agotamiento de calor	23		10
	Miércoles	Orden y limpieza en el área de trabajo	23		10
	Jueves	Protección de brazos y manos	23		10
	Viernes	Protección auditiva	17		10
	Sábado	Quemaduras de sol	18		10
Semana2	Lunes	Protección respiratoria	18	103	10
	Martes	Herramientas manuales	18		10
	Miércoles	Seguridad en terremotos en lugar de trabajo	17		10
	Jueves	Seguridad con la electricidad	20		10
	Viernes	Protección a los pies	21		10
	Sábado	Peligros y riesgos en el vaciado de concreto	9		10
Semana3	Lunes	Prevención a las lesiones de columna	22	122	10
	Martes	Intoxicación con alimentos	22		10
	Miércoles	Riesgos de ruido-general	23		10
	Jueves	Protección a las manos y brazos	16		10
	Viernes	Resbalones, tropezones y caídas	19		10
	Sábado	Levantamiento de objetos	20		10
Semana4	Lunes	Riesgos eléctricos	18	114	10
	Martes	Pausas activas dinámicas	19		10
	Miércoles	Protección de caída de arnés	21		10
	Jueves	Equipo de protección para ojos y cara	20		10
	Viernes	Protección a la cabeza	18		10
	Sábado	Caminata en pendiente	18		10

Fuente: Equipo de seguridad y salud ocupacional



Figura 28: Charla de 10 minutos previo a comenzar el trabajo del día

Fuente: Equipo de Seguridad y Salud Ocupacional

- Hacer de conocimiento general las medidas de protección ambiental, tales como: cortar árboles, disposición de combustibles u otros específicos, pesca en la zona, a lo largo de toda la zona que atraviesa el eje del proyecto.

B) Plan de salud en el trabajo

Compete a esta sección las normas que velaron por el entorno y las condiciones favorables para la preservación de la salud del personal involucrado con el proyecto, considerando además los aspectos referidos a la prevención y atención de la salud de los trabajadores

- Protección

El Contratista empleó métodos y prácticas de trabajo que protegieran a los trabajadores contra los efectos nocivos de agentes químicos (gases, vapores líquidos o sólidos), físicos (condiciones de ambiente: ruido, vibraciones, humedad, energía radiante, temperatura excesiva) y biológicos (agentes infecciosos tipo virus o bacterias que causan tuberculosis, pulmonía, tifoidea, hongos y parásitos).

- Servicios de atención de salud

El Contratista debió adoptar disposiciones para establecer servicios de Atención Primaria de Salud en el centro de labores u obras, los cuales fueron instalados en un lugar de fácil acceso, convenientemente equipado y a cargo de un personal capacitado para atender emergencias primarias

En todas las áreas de trabajo se contó con botiquines de primeros auxilios, los cuales fueron provistos con protección contra el polvo, la humedad o cualquier agente de contaminación (Ver Figura 29). Los botiquines contaron con instrucciones claras y sencillas sobre la utilización de su contenido. Comprobándose su contenido a intervalos regulares para verificar su vigencia y reponer las existencias (Ver Figura 30)

Ubicación del Botiquín		Ubicación		Accesibilidad		Codificación		Señalización		Observaciones
		Bueno	Malo	Bueno	Malo	Sí	No	Sí	No	
		✓		✓				✓		
N°	Elementos del Botiquín	Cantidad	Unidad	Estado		Fecha de Vencimiento	Rotulado			Observaciones
				Bueno	Malo		Sí	No	N.A.	
1	Paquetes de guantes quirúrgicos	2		✓		2024	✓			
2	Frasco de yodopovidona 120 ml solución antiséptico	1		✓		2023	✓			
3	Frasco de agua oxigenada mediano 120 ml	1		✓		11/09/24	✓			
4	Frasco de alcohol mediano 250 ml	1		✓		2024	✓			
5	Paquetes de gasas esterilizadas de 10 cm X 10 cm	5		✓		2026	✓			
6	Paquetes de apósitos	8		✓		2024	✓			
7	Rollo de esparadrapo 5 cm X 4,50 m	1		✓		2023	✓			
8	Rollos de venda elástica de 3 pulg. X 5 yardas	2		✓		2025	✓			
9	Rollos de venda elástica de 4 pulg. X 5 yardas	2		✓		2025	✓			
10	Paquete de algodón x 100 g	1		✓		2026	✓			
11	Venda triangular	1		✓		2025	✓			
12	paletas baja lengua (para entablillado de dedos)	10		✓		2025	✓			
13	Frasco de solución de cloruro de sodio al 9/1000 x 1 l (para lavado de heridas)	1		✓		2024	✓			
14	Paquetes de gasa tipo Jelonet (para quemaduras)	2		✓		2024	✓			
15	Frascos de colirio de 10 ml	2		✓		2024	✓			
16	Tijera de trauma	1		✓		-	✓			
17	Pinza	1		✓		-	✓			
18	Camilla rígida	1		✓		-	✓			
19	Frazada	1		✓		-	✓			
20	Collarín	1		✓		-	✓			
Cuenta con la relación de elementos del Botiquín y descripción de uso:						Sí	✓	NO		

Figura 29: Lista de verificación del botiquín



Figura 30: Inspección periódica de botiquín

- Plan de emergencia

Se elaboró un Plan de Emergencia en la obra, con la finalidad de prevenir a los trabajadores frente a situaciones de desastre natural, tales como huaicos, inundaciones, terremotos y otros. El plan de emergencia, ejecución y control fue conformado por un comité con miembros representativos de los diferentes niveles de labor.

4.1.3.2. Equipo de protección personal (EPP)

Todo el personal que labore en obra fue provisto con los EPP acorde con los peligros a los que estaría expuesto. Teniendo en cuenta los riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido eliminarse o controlarse convenientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización de trabajo.

Los EPP provistos consideraron proporcionar una protección eficaz frente a los riesgos que motivan su uso, sin que ocasionaran o supongan entre sí, riesgos adicionales ni molestias innecesarias. En tal sentido, se consideraron los siguientes aspectos:

- Debe responder a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Debe tener en cuenta las condiciones anatómicas, fisiológicas y el estado de salud del trabajador.

- Debe adecuarse al portador tras los ajustes necesarios.

En caso de riesgos múltiples que exigieran la utilización simultánea de varios equipos de protección individual, estos debieron ser compatibles entre sí y mantener su eficacia en relación con el riesgo o riesgos correspondientes.

La utilización, el almacenamiento, mantenimiento, la limpieza, desinfección y cuando proceda, el reemplazo de los componentes deteriorados del EPP, fueron efectuados de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los EPP, fueron destinados y se adquirieron en cantidad suficiente para que sea de uso personal, eso conlleva a que, previo a cada uso, los trabajadores realizaran una inspección visual de los EPP a fin de asegurar que se encuentre en buenas condiciones. Los trabajadores debieron darles el uso correcto y mantenerlo en buen estado. Si por efecto del trabajo se deteriorara, solicitaron el reemplazo del EPP dañado.

Los EPP requeridos básicos, de uso obligatorio mientras el trabajador permanece en la obra fueron: uniforme de trabajo, botines de cuero con puntera de acero, casco, gafas de seguridad y guantes.

4.1.3.3. Medidas de prevención sanitaria contra el COVID-19

Esta partida consistió en cumplir los lineamientos de actuación establecidos en la ejecución de obras de construcción para evitar la transmisión del COVID-19 e identificar y atender oportunamente a los casos sospechosos o confirmados entre el personal que interviene en la ejecución en la obra y las personas que ingresaron en calidad de subcontratistas, personas de limpieza o proveedores, con la finalidad de contribuir con la prevención del contagio por COVID-19 en la ejecución de la obra, en función a la normativa vigente en materia de salud de los trabajadores.

4.1.3.4. Señalización temporal de seguridad

Esta partida ejecutó la totalidad de las señales temporales que fueron necesarias incorporar, para que se asegure el adecuado desvío del tránsito y señales de seguridad durante la ejecución de los trabajos a cargo del contratista. Las señales fueron en concordancia a la NTP 399.010-1 (INDECOPI, 2004), tal como se muestra en la Figura 31.



Figura 31: Catálogo Señales Normalizadas

Fuente: (INDECOPI, 2004).

4.2. Muro de mampostería de piedra

4.2.1. Obras preliminares

Comprendieron las acciones iniciales sobre el terreno de trabajo, específicamente se inició con el desbroce y limpieza, en este caso, con maquinaria, trazo y replanteo de los componentes a ejecutar siguiendo el proceso constructivo, finalmente, teniendo en cuenta que esta obra se inició en el mes de diciembre, y, acorde con la revisión del estudio Hidrológico del presente proyecto, la estacionalidad presenta mayores precipitaciones durante los meses de mayo a noviembre y consecuentemente un aumento de caudales en esta temporada, por lo que se realizó la desviación del río de zonas próximas de trabajo como medida de seguridad.

4.2.1.1. Desbroce y limpieza con maquinaria

Este trabajo consistió en el cortar y desbrozar la vegetación existente, eliminar troncos y desenraizar árboles o arbustos, entre otros; así como también, limpieza del terreno en las áreas que ocuparían las obras y las zonas requeridas para los muros a construirse y que se encuentren actualmente cubiertas de rastrojo, maleza, totoral, pastos, arbustos, entre otros. Asimismo, se realizó la remoción de tocones, raíces, escombros, ramas, bambú y basura, de modo que el terreno quedara limpio y libre de toda cobertura vegetal con el fin que su superficie resulte apta para iniciar los siguientes trabajos.

Se emplearon herramientas, equipos y maquinaria para llevar a cabo la ejecución de esta partida en el menor tiempo posible. En las áreas que se proyectaron a utilizarse como base de las estructuras de contención o drenaje, los tocones, raíces y demás materiales inconvenientes, fueron eliminadas hasta una profundidad de 30 cm por debajo de la superficie, las oquedades resultantes se cubrieron con material de préstamo de la zona.

Los materiales provenientes del desbroce y la limpieza fueron retirados del lugar de los trabajos, transportado y depositado en los Depósitos de Materiales Excedentes (DMEs) del proyecto, posteriormente, para el traslado de estos materiales los vehículos fueron cubiertos con una lona de protección, y su seguridad respectiva, a fin de que éstas no se dispersen accidentalmente durante el trayecto a la zona de disposición de desechos autorizada por la autoridad competente.

En el transcurso del acopio y traslado de materiales excedentes a los DMEs se cuidó que los volúmenes obtenidos por esta labor no se depositaran en lugares donde interrumpieran vías o zonas que sean utilizadas por la población como acceso a centros de importancia social.



Figura 32: Desbroce y limpieza con retroexcavadora Volvo EC480D

Fuente: Equipo de oficina técnica

4.2.1.2. Trazo y replanteo inicial

Esta partida comprendió la ejecución de todas aquellas labores previas para iniciar la obra de construcción de muro de concreto ciclópeo, así como también aquellas que durante obra fueron necesarias (nivelación). Los trabajos realizados fueron acordes a lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

En base a los planos y levantamientos topográficos del proyecto (PGM-01, PGM-02 y PGM-03), ver Figura 34, dentro de los cuales se especifican sus referencias y BMs, el Contratista procedió al replanteo de la obra.

La cuadrilla de topografía fue conformada por un Ingeniero civil, asistente de campo y dos (02) prismeros (Ver Figura 33). El personal calificado fue contratado acorde a las necesidades del trabajo y en los días requeridos según el avance programado de la semana.



Figura 33: Equipo de topografía

Fuente: Equipo de residencia

El equipo realizó la inducción de seguridad y realizó las coordinaciones con el Ing. Residente a fin de coordinar pormenores encontrados en campo y la verificación de las Relaciones Comunitarias (RC) en cada zona de trabajo. Asimismo, se trabajó bajo las siguientes indicaciones:

- Georeferenciación: Se hizo estableciendo puntos de control geográfico mediante coordenadas UTM, obteniendo 02 puntos de control para la obra de muro de contención (progresiva inicial y final).

Los puntos seleccionados fueron ubicados en lugares cercanos y accesibles no afectados por las obras o por el tráfico vehicular y peatonal. Estos puntos fueron monumentados en concreto con una placa de bronce en su parte superior en el que se definirá el punto por la intersección de dos líneas y servirán de base para todo el trabajo topográfico.

Adicionalmente, los puntos de control, monumentación y levantamientos misceláneos fueron materia de referenciación en base a los puntos georeferenciados, zonas importantes que requieren estos trabajos fueron zonas de depósitos de materiales excedentes, vías que se aproximen al muro de contención y elementos de interés identificados en las proximidades de la obra. Para el muro de contención:

- Se proyectó el perfil longitudinal del terreno a lo largo del terreno con un espaciamiento cada 5 m y donde existan quiebres del terreno. Se ubicaron referencias adecuadas y puntos de control horizontal y vertical.

- Trabajos topográficos intermedios: Los trabajos de replanteo, reposición de puntos de control, estacas referenciadas, registro de datos y cálculos necesarios que se ejecutaron durante el paso de una fase a otra de los trabajos constructivos fueron realizados en forma constante de manera que permitieron la ejecución de la obra, las mediciones y verificación de cantidades de obra, en cualquier momento.

4.2.1.3. Desviación del río (Con maquinaria)

Este trabajo consistió en modificar el cauce natural del río, en la margen izquierda, en la zona donde se cimentó el muro de mampostería que protegerá el terraplén existente. Para lograr esto, se realizó la secuencia de: alinear, acomodar y ampliar o profundizar el cauce del río, para facilitar el flujo del agua a la vez que se protege la obra. En esta partida se incluyó la eliminación de materiales que resulten excedentes de las labores de desviación.

Antes de comenzar con la operación relacionada con el movimiento de tierras del cauce, se deberán tomaron perfiles actuales de lecho a distancias iguales al ancho del cauce medio, esto fue a 50 metros aproximadamente, alcanzando puntos altos de las cercanías, alejados del lecho. La extensión de estos perfiles fue la totalidad de la longitud del muro, y permitieron definir las diferencias que presenta el lecho a causa de posibles crecidas producidas entre el momento en que se efectuó el Proyecto y la obra.

Los materiales excavados que fueron excedentes se utilizaron en el relleno de depresiones existentes del lecho y en el recubrimiento de riberas afectadas por la erosión. Asimismo, se solicitó la utilización de dichos materiales en trabajos de relleno y conformación de terraplenes y recubrimiento de taludes de terraplenes terminados (aprobado mediante cuaderno de obra). Una fracción de dichos materiales excavados y no utilizados fueron transportados, a depósitos de material excedente autorizados. La maquinaria utilizada fue un cargador sobre orugas Volvo EC480D.

4.2.2. Movimiento de tierras

Antes de efectuar movimiento de tierras por excavación para cimientos, se realizó desbroce y limpieza con maquinaria, lo cual consiste en cortar y desbrozar la vegetación existente, destroncar y desenraizar árboles o arbustos, entre otros.

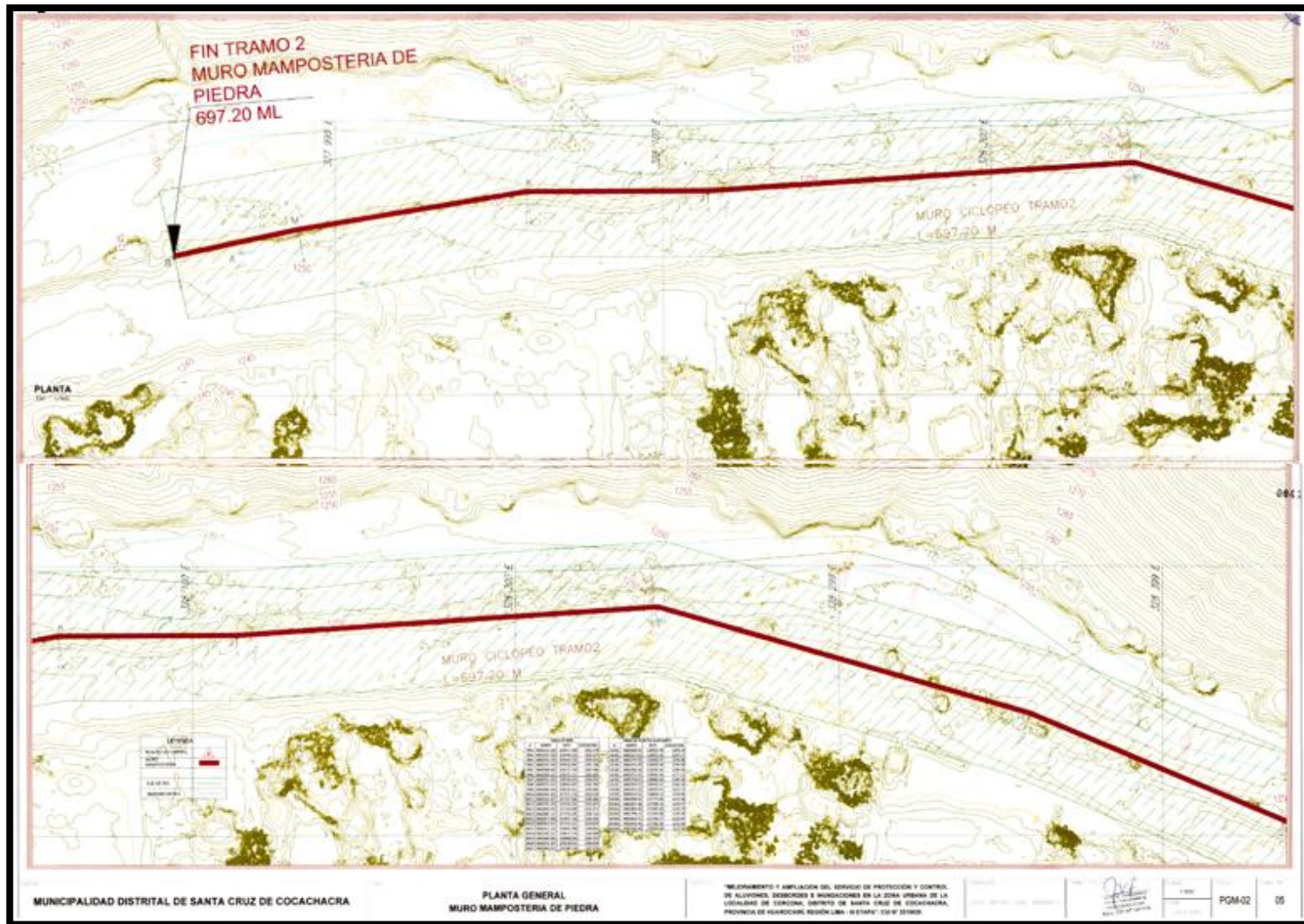


Figura 34: Plano de Planta General, muro de mampostería

Fuente: (Municipalidad Distrital de Cochacra, 2017)



Figura 35: Desvío del río con maquinaria

Fuente: Equipo de residencia

Así como también, limpiar el terreno en las áreas que ocuparán las obras y las zonas o fajas laterales requeridas para las obras lineales a construirse y que se encuentren actualmente cubiertas de rastrojo, maleza, bambú, pastos, arbustos, entre otros.

Movimiento de tierras engloba un conjunto de las actividades destinadas a: excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.

4.2.2.1. Corte de terreno normal con maquinaria

Este trabajo consistió en el conjunto de las actividades de excavación, remoción, carga y transporte desde el sitio de corte hasta los DMEs de cada zona, los materiales provenientes de los cortes requeridos para los taludes y cimientos corridos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto. En este caso se utilizó la excavación clasificada para el tareo de las horas máquinas

Excavación clasificada:

- Excavación en roca fija: Comprendió la excavación de masas de rocas mediana o fuertemente cantos de gran tamaño que, debido a su cementación y consolidación, requieren el empleo sistemático de explosivos.
- Excavación en roca suelta: Comprende la excavación de masas de rocas cuyos grados de fracturamiento, cementación y consolidación, permitan el uso de maquinaria. Comprende, también, la excavación de bloques con volumen individual mayor de un metro cúbico (1 m^3), procedentes de macizos alterados o de masas transportadas por el cauce de río, que para su fragmentación requieran el uso de explosivos.
- Excavación en material común: Comprende la excavación de materiales no considerados en los numerales (1) y (2) de esta Subsección (Excavación en roca fija y suelta), cuya remoción sólo requiere el empleo de maquinaria y/o mano de obra. En este caso y hasta la profundidad alcanzada para la cimentación de los muros (0.80 m.) no se encontró presencia de nivel freático.

Procedimiento constructivo

Se efectuó los cortes requeridos del terreno hasta el nivel indicado para la cimentación líneas arriba, habiendo sido fragmentado el material de roca hasta un tamaño adecuado para luego ser almacenado temporalmente en los DMEs y zonas de acopio designadas. Se cuidó específicamente que el horario de trabajo y los procedimientos operativos produzcan la menor molestia posible a los habitantes de las zonas próximas a la obra, de igual manera el área a ser trabajada deberá ser cercada adecuadamente para proteger las zonas aledañas de residuos y polvo.

4.2.2.2. Excavación para estructura en seco

Este trabajo comprende la ejecución de las excavaciones necesarias para la cimentación de los muros de contención, comprendió, además, el entibado, apuntalamiento y construcción de ataguías, cuando fueron necesarias, así como el suministro de los materiales para dichas excavaciones y el subsiguiente retiro de entibados y ataguías.

Se notificó a la supervisión el comienzo de los trabajos de excavación mediante cuaderno de obra, de manera que fueran tomadas las secciones transversales, medidas y elevaciones del terreno no alterado, para realizar los cálculos de volúmenes respectivos.

La excavación se realizó de acuerdo con la geometría del muro, al alineamiento y cotas indicadas en los planos de replanteo. Se tuvo cuidado de tener las suficientes dimensiones de modo que permitieran construir en todo su ancho y largo las estructuras íntegras o bases de las estructuras indicadas.

Teniendo en cuenta que esta estructura se podía ver afectada a largo plazo por la erosión del río, se tuvo las consideraciones del caso para no remover el fondo de la excavación hasta el día del inicio de la construcción de la cimentación. Por otro lado, teniendo en cuenta la naturaleza areno-arcillosa del material de excavación se trabajó con un talud de 1:1 garantizando la estabilidad. En esta misma línea se realizaron las obras de protección, sostenimiento, entibación y desviación para evitar derrumbes y erosiones en las excavaciones.

La supervisión realizó la verificación de la naturaleza y capacidad de soporte del suelo al nivel de fundación el cual resulto ser adecuado para la cimentación de la estructura. En casos específicos donde el suelo no presentó condiciones (progresivas 0+320.0 y 0+650.0) se procedió a compactarlo empleando plancha vibratoria, hasta obtener como mínimo el 95% de la M.D.S. del Próctor Modificado.

Como maquinaria de excavación se empleó una retroexcavadora sobre llantas de 58 HP (Ver Figura 36). Siendo estos equipos compatibles con los procedimientos de construcción descritos, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajustaron al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de esta especificación. Una vez concluidos los trabajos de excavación, el contratista notificó mediante cuaderno de obra esta ocurrencia al supervisor de manera que se pudiera continuar con la etapa de refine y compactación del fondo de zapata.

4.2.2.3. Refine y compactación de fondo de zapata

Este trabajo se realizó mediante el humedecidas por capas con agua y utilizando el equipo de la motoniveladora y el compactador tipo plancha de 4 HP, en toda el área donde se cimentará los muros de mampostería de piedra.

Asimismo, el trabajo ejecutado fue medido en metros cuadrados (m^2), agrupando dentro de esta partida todas las actividades necesarias que conlleven al correcto proceso constructivo.

4.2.2.4. Relleno con material propio y compactación c/equipo liviano

Esta partida constituyó la construcción de capas compactadas de relleno para los muros de contención, los materiales utilizados fueron adquiridos de cantera y utilizados a partir de las excavaciones de las partidas anteriores, previa conformidad de sus propiedades físicas.



Figura 36: Excavación de estructura en seco

Fuente: Equipo de residencia

En la ejecución de esta partida se empleó: agua, plancha vibratoria y herramientas manuales, tal cual está indicado en el análisis de precios unitarios de esta partida. Se conformarán en capas de 20 cms, en el caso del material adquirido se utilizaron las siguientes especificaciones de la Tabla 14 y se solicitaron los requisitos de calidad mostrados en la Tabla 15.

Para el traslado estos materiales fue necesario humedecerlo adecuadamente y cubrirlo con una lona para evitar emisiones de material particulado. Las zonas de acopio de material almacenados temporalmente fueron cubiertos con lonas impermeables, a fin de evitar el arrastre de partículas a la atmósfera y a cuerpos de agua cercanos.

4.2.2.5. Eliminación de material excedente en volquete (1km)

Bajo esta partida se consideró el traslado de material excedente inservible incluyendo las piedras extraídas durante los procesos de corte y excavación, trozos de concreto encontrados. Los materiales remanentes que sea necesario eliminar se mide desde el centro de gravedad de la fuente de origen hasta el centro de gravedad de uno de los depósitos (DMEs) señalados en el proyecto. Esta eliminación desmonte o material excedente se realizó una vez por semana de manera rutinaria, exceptuando los escenarios más críticos donde se realizó tres (03) veces por semana. Para esta eliminación se utilizó un camión volquete de 6x4 de 330 HP y 15 m³ y un cargador frontal sobre llantas 125 HP de 3 YD3

Tabla 14: Requisitos de granulometría para filtros en estribos de puentes y muros de contención

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	Tipo I	Tipo II	Tipo III
150 mm (6")	100	-	-
100 mm (4")	90-100	-	-
75 mm (3")	80-100	100	-
50 mm (2")	70-95	-	100
25 mm (1")	60-80	91-97	70-90
12,5 mm (1/2")	40-70	-	55-80
9,5 mm (3/8")	-	79-90	-
4,75 mm (N°. 4)	10-20	66-80	35-65
2,00 mm (N°. 10)	0	-	25-50
0,60 mm (N°. 30)	-	0-40	15-30
150 µm (N°. 100)	-	0-8	0-3
75 µm (N°. 200)	-	-	0-2

Fuente: (MTC, 2013)

Tabla 15: Requisitos de calidad material fino

Ensayo	Método de Ensayo MTC	Unidad de pago
Abrasión	MTC E 207	50% máx.
Pérdida en sulfato de magnesio**		
-Agregado grueso	MTC E 209	18% máx.
-Agregado fino		15% máx.
CBR al 100% de MDS y 0,1" de penetración	MTC E 132	30% mín.
Índice de plasticidad	MTC E 111	N.P
Equivalente de arena	MTC E 114	45% mín.

Fuente: (MTC, 2013)

4.2.3. Habilitación de piedra

El material fue obtenido de las canteras indicadas en el Proyecto previa revisión por el Supervisor. Dicho material fue roca sólida y no deleznable verificado resistencia a la abrasión de grado A, según se determina por el ensayo de Los Ángeles (menos de 35% de pérdidas en peso después de 500 revoluciones).

La mampostería del cimiento corrido consistió en piedras toscamente labradas o con un mínimo labrado, de distintos tamaños y formas, colocadas con mortero de cemento Portland, por otro lado, la mampostería del asentado de muro de piedra fueron piedras conformadas, bien labradas, de tamaños similares y colocadas sobre mortero de cemento Portland. Finalmente, se tendrá en cuenta el traslado de la piedra, cortada, habilitada y lista para su asentado, en la construcción del muro de mampostería. En esta sección se abarcará de manera íntegra las tres partidas que corresponden a la habilitación de piedra, teniendo en cuenta que este material fue adquirido, el trabajo consistió en la verificación de las especificaciones de calidad requeridas en cada Ítem.

- Extracción de piedra

Se verificó la gradación y dimensiones de la roca: Los fragmentos extraídos presentaron dimensiones nominales que pueden variar, entre 0.50 m y 1.00 m; posteriormente fueron

cortadas al tamaño que especifiquen los planos de diseño del muro de mampostería. Verificación de eliminación del material de desperdicio y ejecución de todas las operaciones requeridas para producir materiales para el muro de mampostería, que cumplan con lo especificado.

- Corte y habilitación

Tamaños y formas: Cada piedra estuvo libre de depresiones y salientes que pudiesen debilitarla o evitar su adecuado asentamiento, debiendo cumplir los requisitos para la clase de mampostería que según corresponda (8"-10").

En general, las piedras tendrán las siguientes dimensiones:

- Espesor mínimo de 13 cm.
- Longitud mínima de 1,5 veces su ancho respectivo.
- Cuando se necesiten cabeceras. Sus longitudes no deberán ser menores del ancho del asiento o de la base de la hilera contigua.
- Por lo menos el 50% del volumen total de la mampostería será de piedras.

Labrado: Antes de la colocación la obra, la piedra fue labrada para eliminar sus partes delgadas o débiles. Las piedras para revestir fueron labradas para proporcionar líneas de base y de juntas con una variación máxima de las líneas nominales, como sigue:

- Mampostería de cascote de cemento : 4 cm.
- Mampostería de piedra canteada : 2 cm.

Las superficies de asiento de las piedras de caravista se colocaron aproximadamente normales a las caras de las piedras en una extensión de más o menos 5 cm y desde este punto podrán variar de este plano normal sin exceder una proporción de 5 cm en 30 cm.

Acabado para caras descubiertas: Las proyecciones máximas y mínimas de las caras de las piedras, fuera de las líneas de escuadra no variaron entre sí por más de 5 cm.

Esta restricción no se aplicó a caras de estribos y muros que estén en contacto con la corriente, ni a todos los lados de machones que queden por debajo de un nivel de 30 cm bajo la línea de aguas en estiaje, o por debajo de la línea final del terreno.

- Transporte de piedra al punto de acopio

En esta partida se consideró el traslado de la piedra, cortada, habilitada y lista para su asentado desde la cantera de adquisición hasta los almacenes de materiales, en la construcción del muro de mampostería.

4.2.4. Muro de mampostería de piedra

Constituye la construcción del muro mampostería de piedra de 697.2 ml., frente a la localidad de Corcona, a lo largo del pie del talud delantero (cara hacia el río) de la franja de material acumulado, a fin de proteger al terraplén de relleno.

La cimentación se construyó a una profundidad de 1.4 m debajo del terreno natural, a fin de evitar el riesgo de socavación, está conformada con 30% de piedra grande (tamaño máximo 10") habilitada y asentada con concreto ciclópeo en proporción de 1:8 (C:H). Sobre la cimentación se construyó el muro con 75% de piedra grande (tamaño máximo 10") y 25% de concreto 1:6 (C:H).



Figura 37: Traslado de piedra seleccionada al punto de acopio

Fuente: Equipo de residencia

La construcción se realizó en tramos de pantalla de 5 m, con talud húmedo vertical y talud seco de 1:2.5, el ancho de la corona fue de 0.4 m y con el fin que alcance su nivel mínimo 1.2 m sobre el tirante de agua para la avenida de 200 años de período de retorno, como borde libre.

4.2.4.1. Cimiento corrido mezcla 1:6 +30% P.G

Es el elemento estructural de cimentación que sirvió como base de soporte a la pantalla del muro de contención de mampostería de piedra.

Para elaborar esta partida se requirió previamente la autorización del supervisor mediante cuaderno de obra, después de haber realizado el replanteo respectivo, asimismo, para la ejecución se humedeció las zanjas antes de llenar los cimientos y se colocó en primera instancia una capa de concreto de 0.07 m de espesor (Ver Figura 38, derecha). Los cimientos se constituyeron de concreto ciclópeo en proporción Concreto-Hormigón (1:10) con 30% de piedra grande. Esta partida fue valorizada en metros cúbicos de cimiento colocado (m^3), para ellos se utilizó los siguientes materiales:

- Agua potable
- Cemento Portland Normal Tipo I
- La piedra deberá ser de 6" - 8"
- Mezcladora de Concreto 11 P3 (23 HP)



Figura 38: Encofrado de cimientos, progresiva 0+050.0

Fuente: Equipo de residencia.

4.2.4.2. Encofrado y desencofrado de muro de mampostería

Los encofrados se refieren a la construcción de formas temporales para contener el concreto, de modo que estos, al endurecer, tomen la forma que se estipula en los planos de las estructuras, tanto en dimensiones como en su ubicación. Para ello se utilizan los siguientes materiales:

- Madera Tornillo
- Triplay de 4' x 8' x 12mm.
- Clavos
- Alambre Negro Recocido
- Herramientas Manuales

Encofrado:

La superficie interna fue limpiada de residuos y cubiertas con petróleo que asegure que no va a producirse adherencia entre el concreto y el encofrado. Estos encofrados fueron preparados para soportar sobre cargas debido a materiales, equipos, personal e impacto,

teniendo en cuenta que no se permitirán cargas que deformen la estructura. Estas cargas fueron diseñadas en el orden de los 200 Kg. /m².

Los encofrados de madera, previo al vaciado, fueron humedecidos y las juntas de unión calafateadas de modo que permanecieran herméticas y no permitir la fuga de la pasta. Los encofrados para aristas fueron fileteados, además de conservar las líneas de la estructura y apuntalados sólidamente para que conserven su rigidez.



Figura 39: Proceso de encofrado en muro de mampostería

Fuente: Equipo de residencia

Desencofrado:

El desencofrado se realizó con la verificación que el concreto se haya endurecido lo suficiente como para que no produzca daños durante la remoción de los soportes y todo el encofrado. El desencofrado se hizo en forma gradual evitando golpes y cumpliendo los tiempos mínimos que señaló el Residente, en coordinación con la Supervisión.



Figura 40: Vista después del desencofrado de pantalla de muro

Fuente: Equipo de residencia

4.2.4.3. Asentado de muro de piedra habilitada mezcla 1:6 + 75% P.G

Esta partida consistió en el asentado simple de piedras conformando el muro según las formas indicadas con el apoyo de los encofrados, utilizando mezcla de hormigón y cemento en la proporción Concreto: Hormigón = 1:6 + 75 % P.G. con una cara plana, colocando las mismas en forma caravista a la parte expuesta del muro, la misma que se curará y emboquillará posteriormente.

- Selección y colocación

Para la colocación de muro sobre el cimiento de mampostería, la superficie de asiento fue limpiada por completo y mojada antes de que se extienda la capa de mortero. Las piedras de revestimiento se colocarán en trabazón al azar, para producir el efecto que figura en el Proyecto. Se adoptarán medidas para evitar la acumulación de piedras pequeñas o de piedras de un mismo tamaño. Cuando se estén empleando piedras expuestas a la intemperie o de color o piedras de textura variable, deberán tomarse precauciones para distribuir uniformemente las diversas clases de piedras en todas las superficies expuestas de revestimiento de la obra. Durante la ejecución de esta partida se cuidó la elección y

colocación de piedras, teniendo en consideración que estas irán disminuyendo en tamaño desde la base hasta la parte alta del muro.

Antes de ser colocadas, todas las piedras fueron limpiadas y mojadas al igual que el lecho, antes de que se extienda el mortero.

- Morteros

El cemento, agregado fino y el agua será de conformidad con los requisitos para estos materiales establecido en el RNE, exceptuando la granulometría del agregado fino que deberá pasar en su totalidad por un tamiz N° 8, no menos del 15%, ni más del 40% deberá pasar por un tamiz N° 50 y no más de 10% deberá pasar por un tamiz N° 100.

El mortero para la mampostería fue elaborado a partir de una parte de cemento y tres partes de arena, por volumen y la suficiente cantidad de agua para preparar el mortero de tal consistencia que pueda ser manejado fácilmente y extendido con un badilejo. Se mezcló el mortero solamente en tales cantidades que se requieran para el uso inmediato.

Lechos y juntas:

El espesor de los lechos y de las juntas para las piedras de revestimiento se ajustará a lo indicado en la Tabla 16.

Tabla 16: Espesores de lechos y juntas de mampostería

Tipo de mampostería	Lechos (mm)	Juntas (mm)
Mampostería de cascote de piedra toscamente labrada	13-64	13-64
Mampostería de piedra canteada	13-50	13-50

Fuente: (MTC, 2013)

El espesor de los lechos en mampostería dimensionada varió desde la base hasta la parte alta del trabajo. Sin embargo, en cada capa los lechos tuvieron un espesor uniforme en toda su extensión. Las juntas formaron ángulos con la vertical, desde 0 hasta 45 grados. Cada piedra de revestimiento se ligó con todas las demás piedras contiguas, al menos 15 cm longitudinalmente y 5 cm verticalmente. En ningún lugar se encontrarán esquinas de 4 piedras adyacentes entre sí.

- Hilada de coronamiento:

Las hiladas de coronamiento deberán cumplir las indicaciones del Proyecto. El final del muro fue terminado con piedras suficientemente anchas para cubrir la parte superior del muro, desde 50 cm hasta 1.5 m de largo y de diversas alturas, siendo la altura mínima de 15 cm. Las piedras fueron colocadas de tal manera que la capa superior forme parte integral del muro, se cuidó que las capas superiores de piedra mantuvieran la línea de escuadra en ambos planos, el vertical y el horizontal.



Figura 41: Partida 02.04.03, asentado de muro, señalética de seguridad

Fuente: Equipo de residencia

4.2.4.4. Emboquillado decorativo de muro de mampostería C: A 1:4

Esta partida consistió en el emboquillado de las ranuras intermedias entre piedras cara vistas del sector del muro expuesto, los mismos que quedaron al ras de las piedras y se realizaron bruñas simulando formas del empedrado o bordes de piedra para su mejor presentación. Se utilizará mezcla 1:4 de relación cemento: arena fina.

Limpieza de los frentes expuestos: Después de colocada y mientras el mortero esté fresco, toda piedra de revestimiento fue limpiada completamente de manchas de mortero y se conservó limpia hasta la terminación de la obra. La mampostería fue protegida del sol y se mantuvo húmeda hasta los 3 días después de terminada la obra. En la Figura 42 (Izquierda) se aprecia el emboquillado al inicio del trabajo y a la derecha luego de la finalización del trabajo.



Figura 42: Emboquillado de muro, cuadrilla especializada en esta labor

Fuente: Equipo de residencia

4.2.5. Juntas

Este título se refirió a las uniones entre muros de manera que se constituyeran una estructura impermeable incluyendo el relleno de las juntas de construcción ejecutadas en el muro de contención, dadas cada 5 metros. Se sellaron las juntas de construcción de espaciamiento 1", empleando para tal efecto una mezcla de asfalto líquido RC-250 con arena gruesa la que se colocó en una proporción de 1:3.

Por otro lado, se tuvieron las juntas elastoméricas refiriéndose a la colocación de la cinta water stop en los muros de protección ribereña, según detalle y disposición indicada en los planos respectivos. Las propiedades físicas requeridas en el momento de la requisición de materiales se pueden apreciar en la Tabla 17.

Tabla 17: Propiedades físicas de la cinta Water Stop 6"

Propiedad	Método de prueba	Valor promedio
Absorción al agua	ASTM 570	5% MAX
Resistencia a corte	ASTM D 624	50Kg/cm ²
Elongación ultima	ASTM D 638	360%
Esfuerzo tensión	ASTM D 638	140Kg/cm ²
Fragilidad a baja t°	ASTM D 746	no fallo a -37C°
Dureza en flexión	ASTM D 747	42 kg/cm ²
Gravedad especifica	ASTM D 792	1.4 MAX
Resistencia al ozono	ASTM D 1149	No fallo
Perdidas volátiles	ASTM D 1203	0.50% max.
Dureza shore a/15	ASTM D 2240	65 a 80
Esfuerzo tensión después de la extracción acelerada	CRD C 572	112kg/cm ²
Elongación después de la extracción acelerad	CRD C 572	300 min.

Fuente: (Municipalidad Distrital de Cocachacra, 2017)

4.2.6. Sistema de drenaje

Un punto importante que se tuvo en consideración es la presencia de agua en el terreno, ya que el ángulo de rozamiento interno de las tierras disminuye con el contenido de agua y aumenta el empuje (Construmática , 2021).

La existencia de agua en el terreno pudo producir reblandecimiento de la masa de tierra, modificando las propiedades físicas (estructura, porosidad, humedad, etc) e incrementando el empuje. Para controlar y eliminar los riesgos posibles por acumulación de agua en la parte posterior del muro, se instaló un sistema de drenaje, ver Figura 43.

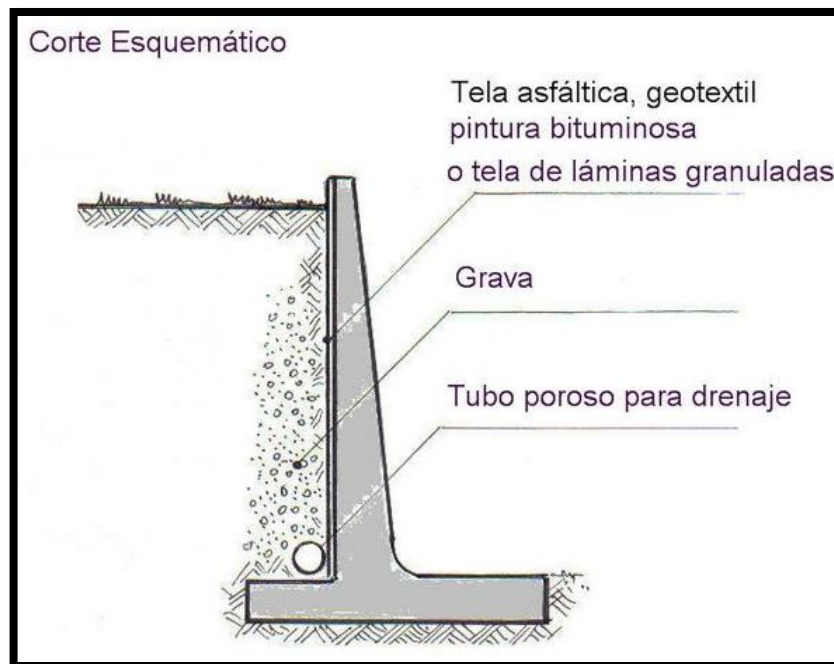


Figura 43: Drenaje de un muro de contención

Fuente: (Construmática , 2021)

4.2.6.1. Drenaje y filtro en muro con tubería PVC Ø 2" clase C-7.5

Los muros estuvieron provistos de orificios de drenaje estos se dispusieron en los puntos más bajos, donde pudieran obtenerse escurrimientos libres como se muestra en la Figura 21 y estuvieron separados una distancia no mayor de 3 m.

Para la colocación del filtro el material granular (grava) que se colocó paralela al muro en forma de un canal que servirá de percolación, con el fin de que pueda evacuar el agua adecuadamente en un tiempo optimo, y que sirva como un canal recolector de las tuberías PVC Ø 2" clase 7.5 se le realizaron orificios de diámetro de $\frac{3}{4}$ " con equidistancia de 1" y

ubicados en la parte superior del tubo, y en la parte que va ir embebida por la grava, externamente a la pantalla interna del muro de contención los que evacuarán las aguas que pudiesen acumularse en la plataforma de la vía al canal de drenaje.

Para el método ejecución de esta partida la tubería fue colocada post desencofrado y curado de la pantalla del muro de contención y luego del emboquillado, la grava seleccionada tuvo un tener un diámetro entre 1” y 2”, la cual fue colocada cuidadosamente alrededor de la parte perforada del tubo y encima hasta el nivel del terraplén del relleno.

4.3. Incompatibilidades

En la Figura 44 se puede apreciar el flujo que tuvo el proceso de revisión de compatibilidades antes, durante y después de la obra, los resultados se muestran en la Tabla 18.

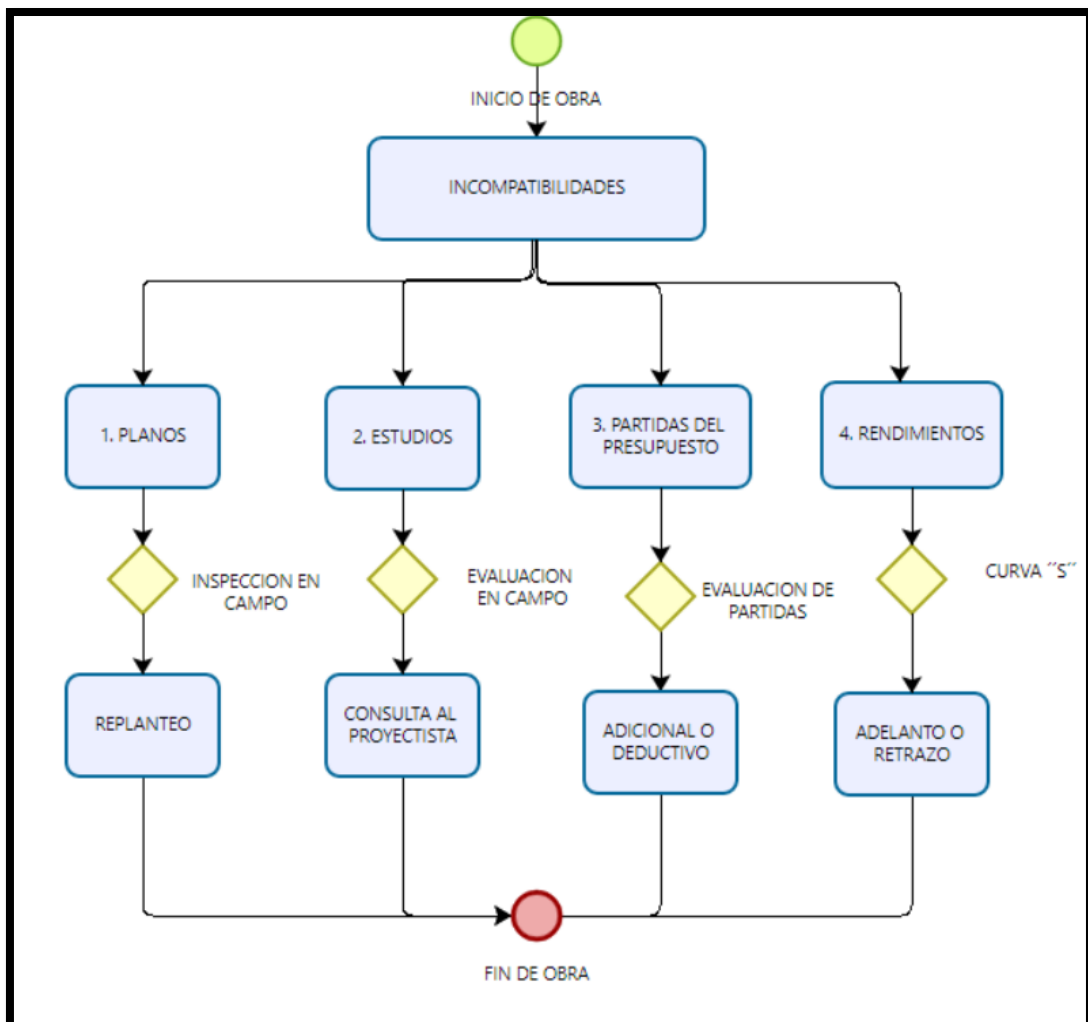


Figura 44: Proceso de revisión de incompatibilidades

Tabla 18: Comparación de expediente técnico, replanteo en campo, consecuencias y afecciones

Ítem	Concepto	Expediente	Replanteo	Incompatibilidad	Consecuencia	Resultado	Días de retraso
1		Coordenadas iniciales de la corona sobre las coordenadas: 328632E, 8682981N y finales sobre: 327950E, 8683042N	Coordenadas replanteadas de la corona sobre las coordenadas: 328653E, 8682996N y finales sobre: 327879E, 8683028N	Identificación de tramos críticos fuera del proyecto	Riesgo a desbordes	Replanteo del plano de planta (Alineamiento) y adicional de obra	7 días calendario
2	Planos	Plano de perfil único que muestra la totalidad del muro en una escala inadecuada; no muestra los cuadros de detalle para las secciones establecidas cada 5 metros, donde figuren: las cotas de fondo de zapata, cota de fondo de pantalla y cota de corona inicial y final.	Se elaboró los cuadros con las características faltantes previo al inicio de obra, con la ayuda del topógrafo.	Ausencia de datos críticos para un buen desarrollo de la obra	Riesgo de la ejecución de un erróneo alineamiento y dimensiones en el muro de mampostería	Elaboración de cuadros en oficina técnica, bajo supervisión del ingeniero residente y el equipo de topografía.	2 días calendario
3	Memorias de cálculo	Las memorias de cálculo y Planos PGM-01, PGM-02 Y PGM-03, consideran la totalidad de la longitud del muro de manera continua	El muro se secciona en dos locaciones (30 m cada una) para permitir acceso poblacional al río	El diseño del muro no considera necesidades poblacionales in situ. Desvinculación de la realidad local	Reclamos por parte de la población y amenazas de paralización de obra	Modificación del alineamiento y redistribución del muro.	2 días calendario
4	Estudio hidráulico	El expediente de obra plantea un ancho de fondo promedio de 25 metros para la sección transversal.	Realizando cálculos de ancho estable mediante el software River se calcula un ancho estable para nuestras secciones en 30.71 m	Ancho estable incorrecto en el tramo estudiado del río Rímac	Riesgo no calculado de socavación y erosión de riberas estables (Margen derecho)	Replanteo del alineamiento del muro planteado, a fin de lograr una mayor proximidad al ancho estable calculado.	7 días calendario

Ítem	Concepto	Expediente	Replanteo	Incompatibilidad	Consecuencia	Resultado	Días de retraso
5	Estudios básicos	-El estudio de canteras no se presenta; El estudio de mecánica de suelos no se hace presente	-	No se registra la existencia de dos estudios básicos	Imposibilidad de revisión de los parámetros de diseño estructural y revisión de parámetros característicos de las rocas que conformarán el muro.	Incorpora la necesidad de buscar proveedores de las rocas bajo los estándares de las Normas Técnicas Peruanas.	-
6	Partidas presupuestales	Ejecución de partida 02.01.03 desviación del río (Con Maquinaria)	Utilización de volumen (m ³) de material excedente proveniente de la excavación de zanja (Partida 02.02.02) para formación de terraplenes adicionales	No considerar suficiente volumen (m ³) para la desviación	Desbalance económico en las partidas mencionadas, 02.01.03 y 02.02.02	Aseguramiento de la zona de trabajo contra riesgos de inundación	1 día calendario
7	Partidas presupuestales	Ejecución de partida 02.02.05 Eliminación de material excedente en volquete (1km)	La partida no se ejecutó	Requerimiento adicional de volumen en la partida 02.01.03 desviación del río (Con Maquinaria)	Desbalance económico en la partida 02.02.05, presupuesto no ejecutado	Los recursos dispuestos para esta partida serán motivo de un deductivo de obra	-
8	Rendimientos	Según el expediente de obra el plazo de ejecución es 5 meses	El tiempo de ejecución real fue de 05 meses: 04 meses metas contractuales, 01 mes de adicional	Según la curva "S" el rendimiento real fue mayor al proyectado en el expediente técnico	Sobre costo en mano de obra	Obra adelantada	-

Sobre el ítem 4, se requirió el cálculo adicional de ancho estable de la sección del río en el tramo de estudio, para el caudal de $139.5 \text{ m}^3/\text{s}$ periodo de retorno de 200 años y pendiente del cauce de 0.222 m/m , características hidráulicas detalladas en la sección 3. Para este cálculo se utilizó el software River el cual fue elaborado para el cálculo de defensas ribereñas (Benavices C., 2016) y refrendado por la Autoridad Nacional del Agua. Para este caso se toma en consideración la Recomendación Práctica de 30.71 m , teniendo en cuenta que el método de Petits determina un ancho irreal para la sección disponible y los otros métodos no registran valores posibles para este caso en específico.

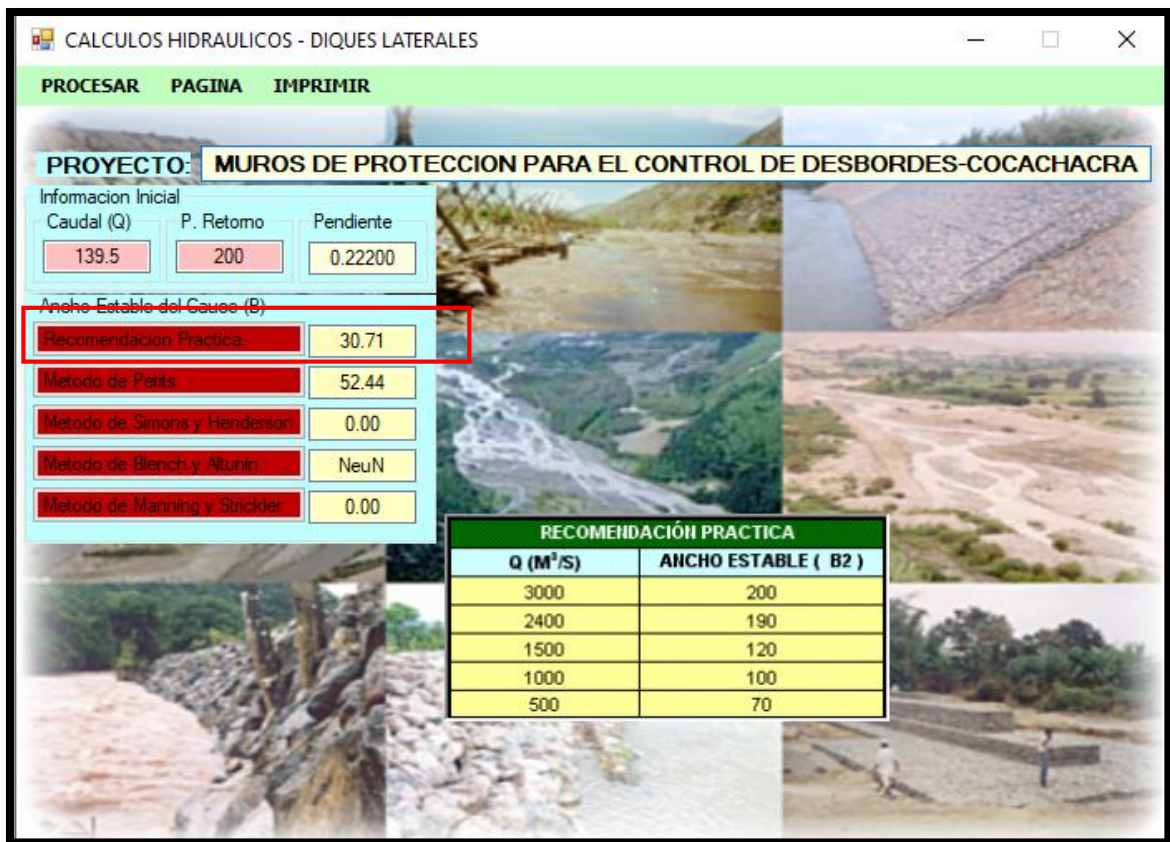


Figura 45: Cálculo de ancho estable, River

La Tabla 17 denota las incompatibilidades y los problemas que se afrontaron durante la ejecución de la obra, determinando que las falencias no sólo ocurren en un mal planteamiento de cálculos en el expediente técnico, sino también en el aspecto de seguridad y salud ocupacional (Terraplenes), y en aspectos sociales que pueden significar un peligro para la continuidad de la obra (Amenazas de paralización). Por otro lado, un mal planteamiento en el expediente técnico (exceso o defecto de partidas como la desviación del río o eliminación de material excedente) conlleva a una ejecución presupuestal desviada de los lineamientos

de la obra, lo cual consecuentemente requiere un reporte a las entidades que financiaron la obra y un exceso de horas hombres no previstas.

4.4. Presupuesto de obra

El Costo Total de la Obra ascendió a la suma de 4'610,922.06 (Cuatro millones seiscientos diez mil novecientos veintidós con 06/100 soles) en el cual se incluyeron los Costos Directos, Gastos Generales, utilidad, I.G.V., costo de supervisión y reformulación del expediente técnico, con precios vigentes al mes de julio del 2021.

Se realizaron las cotizaciones de los materiales e insumos en el distrito de Chosica, los mismos que serán puestos en obra a fin de reducir los costos de flete.

Tabla 19: Presupuesto de obra aprobado

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				159,924.15
01.01	OBRAS PROVISIONALES				23,692.51
01.01.01	ALMACEN, OFICINA Y GUARDIANA	mes	5.00	1,500.00	7,500.00
01.01.02	ALQUILER DE SS.HH.	u	5.00	1,600.00	8,000.00
01.01.03	CARTEL DE OBRA 7.20x3.60	u	1.00	2,573.83	2,573.83
01.01.04	ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA LA CONSTRUCCION	glb	1.00	5,618.68	5,618.68
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				36,309.44
01.02.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	2,753.68	2.51	6,911.74
01.02.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	15,000.00	15,000.00
01.02.03	HABILITACION DE VIA DE ACCESO	glb	1.00	2,185.80	2,185.80
01.02.04	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	12,211.90	12,211.90
01.03	SEGURIDAD Y SALUD				99,922.20
01.03.01	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	4,305.00	4,305.00
01.03.02	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	glb	1.00	13,415.20	13,415.20
01.03.03	MEDIDAS DE PREVENCIÓN SANITARIA CONTRA EL COVID-19	glb	1.00	77,342.00	77,342.00
01.03.04	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	4,860.00	4,860.00
02	MURO DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA				3,037,826.33
02.01	OBRAS PRELIMINARES				66,164.28
02.01.01	DESBRONCE Y LIMPIEZA CON MAQUINARIA	m2	3,486.00	5.75	20,044.50
02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m2	3,486.00	2.31	8,052.66
02.01.03	DESVIACION DE RIO (CON MAQUINARIA)	m3	6,972.00	5.46	38,067.12
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				318,207.94
02.02.01	CORTE DE TERRENO NORMAL C/MAQUINARIA	m3	15,888.46	6.82	108,359.30
02.02.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURA EN SECO	m3	622.82	6.83	4,253.86
02.02.03	REFINE Y COMPACTACION DE FONDO DE ZAPATA	m2	2,858.52	1.82	5,202.51
02.02.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO Y COMPACTACION C/EQUIPO LIVIANO	m3	12,926.00	6.25	80,787.50

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
02.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN VOLQUETE (1 KM.)	m3	4,302.33	27.80	119,604.77
02.03	HABILITACION DE PIEDRA				356,164.44
02.03.01	EXTRACCION DE PIEDRA	m3	3,151.34	39.04	123,028.31
02.03.02	CORTE Y HABILITACION DE PIEDRA	m3	3,151.34	54.33	171,212.30
02.03.03	TRANSPORTE DE PIEDRA AL PUNTO DE ACOPIO	m3	3,151.34	19.65	61,923.83
02.04	MURO DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA				2,230,376.64
02.04.01	CIMIENTO CORRIDO MEZCLA 1:8 +30% PG 10'' MAXIMO	m3	2,286.82	227.37	519,954.26
02.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MURO DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA	m2	5,170.41	56.48	292,024.76
02.04.03	ASENTADO DE MURO DE PIEDRA HABILITADA MEZCLA 1:6 +75% DE P.G.	m3	6,274.80	216.60	1,359,121.68
02.04.04	EMBOQUILLADO DECORATIVO DE MURO DE MAMPOSTERIA C.A 1.4	m2	4,183.20	14.17	59,275.94
02.05	JUNTAS				57,926.63
02.05.01	JUNTA DE TEKNOPOPOR DE 1''	m2	1,719.20	15.64	26,888.29
02.05.02	JUNTA ELASTOMETRICA	m	1,796.20	17.28	31,038.34
02.06	VARIOS				8,986.40
02.06.01	DRENAJE EN MURO CON TUBERIA PVC Ø 2" CLASE C-7.5	m	343.00	21.56	7,395.08
02.06.02	SUMINISTRO y COLOCACION DE FILTRO	m3	16.10	98.84	1,591.32
	Costo Directo				3,197,750.48
	GASTOS GENERALES (10%)				319,775.05
	UTILIDAD (8.221933%)				262,916.89
	SUBTOTAL				3,780,442.42
	IGV (18%)				680,479.64
	VALOR REFERENCIAL				4,460,922.06
	REFORMULACION EXPEDIENTE TÉCNICO				33,500.00
	SUPERVISION				116,500.00
	TOTAL, DE PRESUPUESTO				4,610,922.06
	Son: CUATRO MILLONES SEISCIENTOS DIEZ MIL NOVECIENTOS VEINTIDOS Y 06/100 SOLES				

Fuente: (Municipalidad Distrital de Cocachacra, 2017)

Sobre el presupuesto se puede mencionar que fue ejecutado al 100%, no requiriéndose adicionales para el cumplimiento de las metas físicas establecidas durante el proceso de licitación. Sin embargo, el cronograma de ejecución varió con respecto a lo programado.

4.5. Cronograma de ejecución de obra

El plazo de ejecución del Proyecto: “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN Y CONTROL DE ALUVIONES, DESBORDES E INUNDACIONES EN LA ZONA URBANA DE LA LOCALIDAD DE CORCONA, DISTRITO DE SANTA CRUZ DE COCACHACRA, PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ, REGIÓN LIMA - III Etapa”, de acuerdo con las actividades definidas en el Expediente Técnico, fue de 150 días calendario. El cronograma a detalle se muestra en la Figura 48.

Esta programación representa el cronograma base del expediente técnico bajo el cual fue realizado el proceso de licitación, este fue reprogramado una vez realizada la adjudicación de la obra al consorcio y alcanzada mediante oficio a la Municipalidad Distrital de Cocachacra, con lo cual la fecha de inicio fue el 21 de diciembre de 2021. Este cronograma reprogramado sirvió como elemento de control para comparar los avances mensuales de la obra, se puede visualizar en la Figura 46.

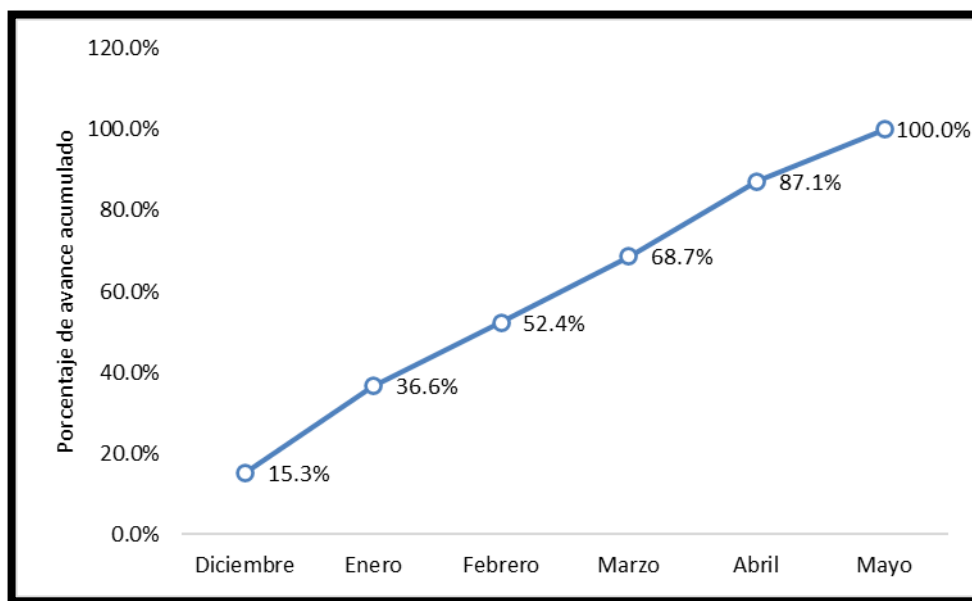


Figura 46: Cronograma valorizado reprogramado

En la Figura 46 se puede apreciar la comparación de las Curvas S, en azul se puede visualizar la curva programada (Figura 45), mientras que en rojo se aprecia la curva S realmente ejecutada durante los 150 días de duración de la obra. Siendo una obra contratada el sistema de Suma Alzada, los porcentajes mostrados representan los montos facturados por la empresa contratista, los cuales se justifican en el avance físico mensual de partidas específicas, verificadas y validadas por el Supervisor de Obra, lo cual queda registrado mediante cuaderno de obra. De la misma Figura, se puede apreciar que la obra estuvo en condición de “adelantada” durante todo su proceso, con porcentajes de 5.6% para diciembre, 12.6% para enero, 19.9% para febrero, 27.2% para marzo y 10.9% para abril.

De esta Figura también se puede apreciar una desaceleración significativa durante el último mes de ejecución, esta ocurrencia corresponde a la ejecución de la partida de emboquillado decorativo en el muro de mampostería (Partida 02.04.04), la cual a pesar de ser poco significativa presupuestalmente requiere de un mayor cuidado en la ejecución por el nivel

de detalle que se requiere, asemejándose a una partida de arquitectura. Aunado a esto, se debe tener en cuenta que esta partida requirió de la contratación de andamios para poder alcanzar la parte alta de los muros y utilización de equipo contra caídas, lo cual aminoró el avance.

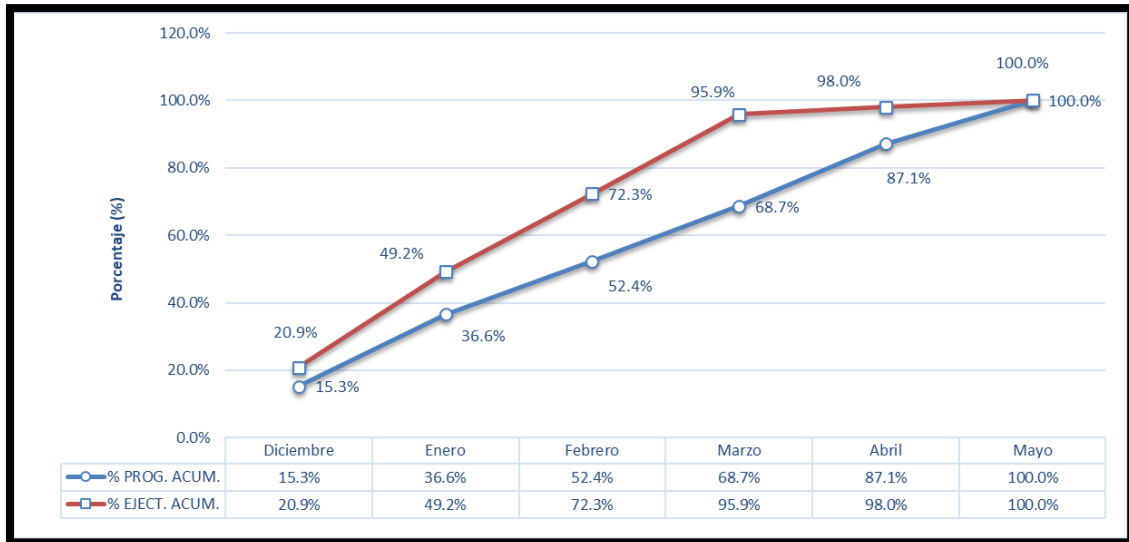


Figura 47: Curva S de la obra finalizada

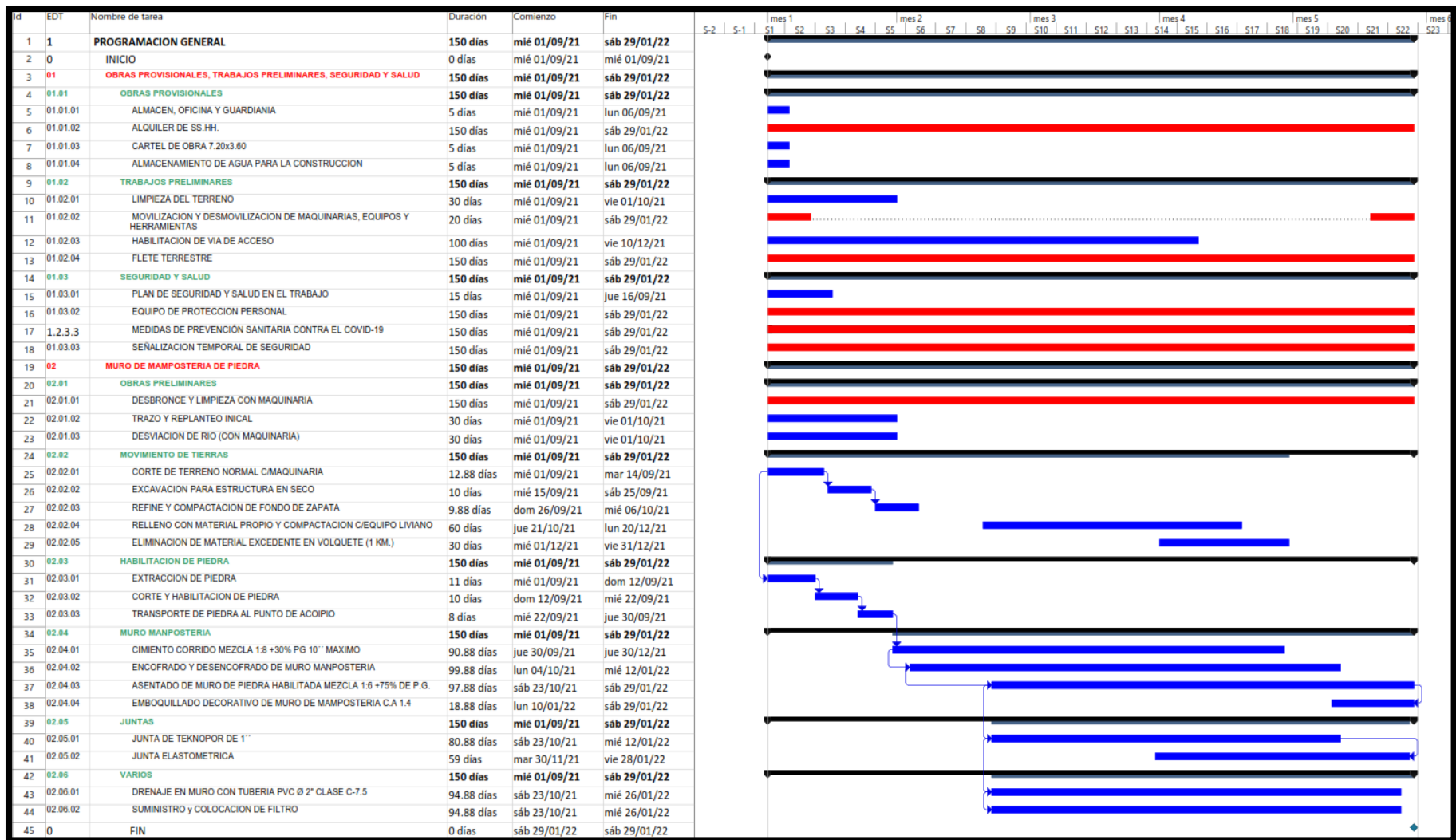


Figura 48: Programación general de ejecución de obra

Fuente: (Municipalidad Distrital de Cocachacra, 2017)

4.6. Observaciones del comité de recepción de obra

- La partida 02.05.02 Juntas Elastomericas, fue ejecutada por el contratista; el comité observo que dicha junta no se aplicó por completo a lo alto de la pantalla de los muros de mampostería dejando un espacio incompleto de 2.40 m en la parte inferior.

Para levantar esta observación se excavó hasta la profundidad mencionada una sección de 2x1 en un talud de 1:1 a fin de generar una sección de trabajo segura para colocar las juntas, en presencia del Ingeniero De seguridad y Residente de Obra, se adicionaron un total de 140 juntas elastoméricas desde la profundidad 0.00 hasta los 2.40.

- El emboquillado decorativo (Partida 02.04.04) de los muros fue ejecutado por el contratista; sin embargo, el comité señaló un incompleto acabado en algunas secciones del proyecto.

Para levantar esta observación se marcaron los lugares denotados por el comité de recepción, procediendo al emboquillado faltante, esta actividad significó un tiempo de 2 días calendario y una cuadrilla de 4 operarios.

- En la progresiva 0+000.0 km, altura de un campamento minero, el comité observó una sección donde podría ingresar el agua del rio en el espaldón de los primeros muros de mampostería.

Para levantar esta observación se aplicó un relleno de material seleccionado en un talud 2:1 (Figura 48), previo a la conformación del enrocado se agregó una capa de arena compactada de 20 cm de espesor y las rocas de protección con un diámetro superior a las 10" (espesor 75 cm), asimismo, se tuvo en cuenta una sección de uña para evitar la socavación, ver Figura 50. El material utilizado para este adicional fue proveniente del agregado excedente de los trabajos de excavación en seco, agua con calidad de consumo humano y los equipos fueron la retroexcavadora Volvo EC480D y planchas compactadoras.

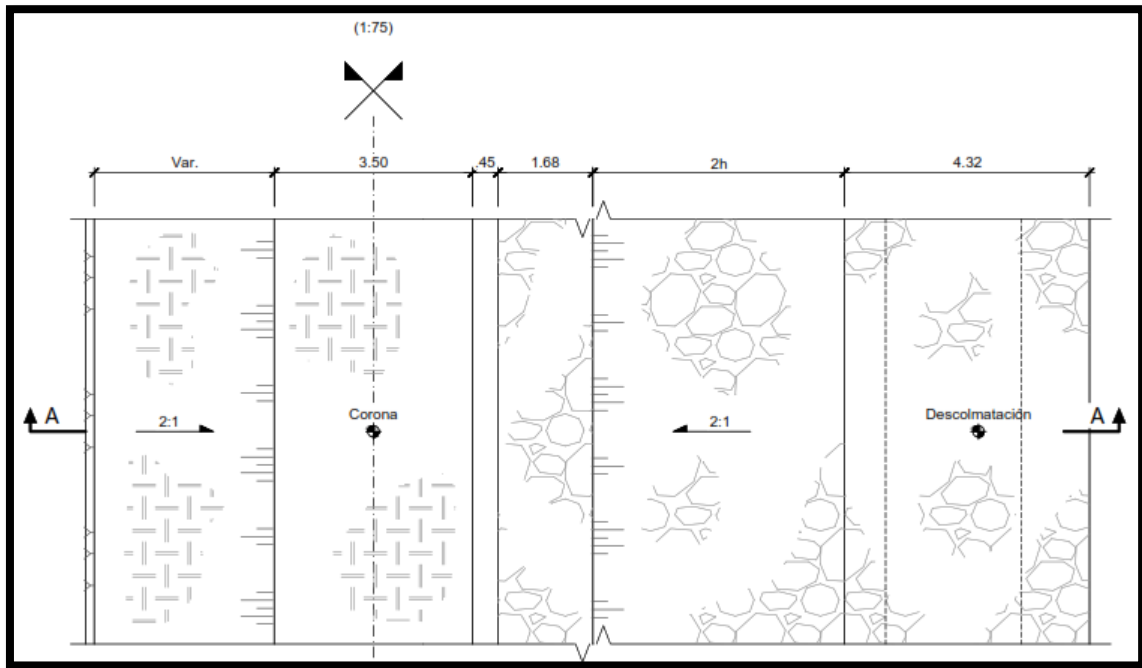


Figura 49: Dique enrocado, vista en plata

Fuente: Equipo de residencia de obra

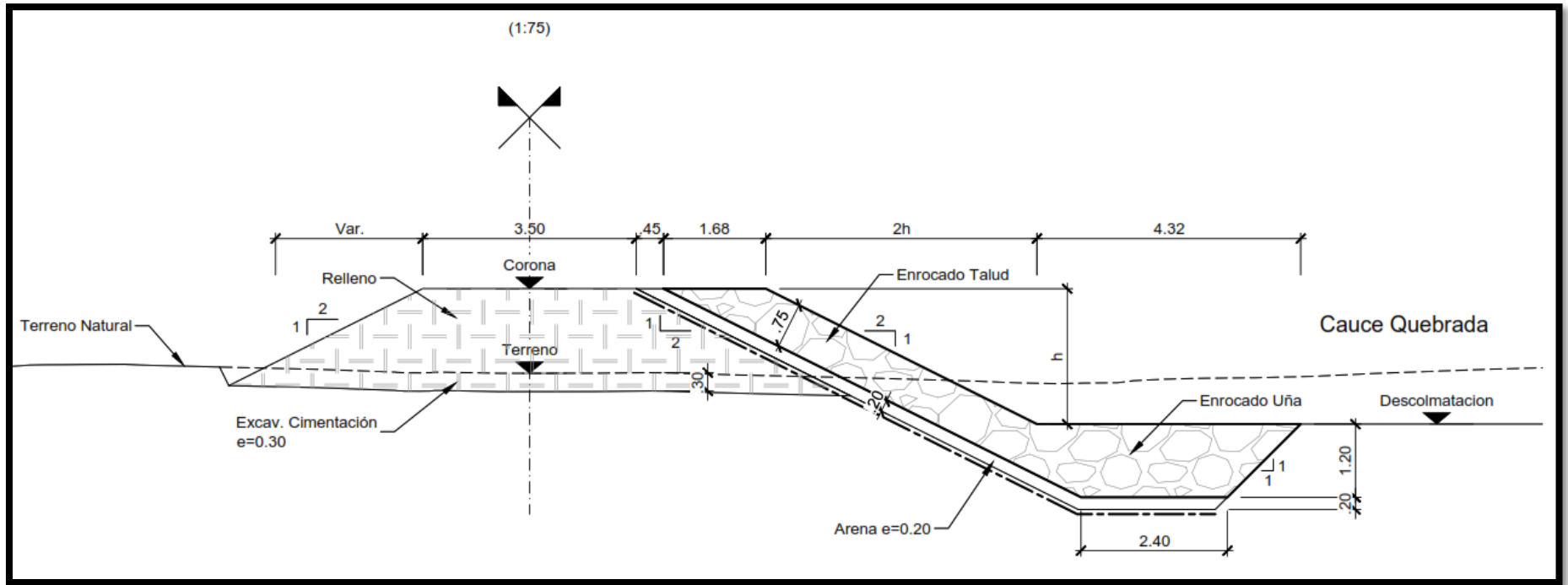


Figura 50: Dique de enrocado aguas arriba de la progresiva 0+000.0, vista en corte.

Fuente: Equipo de residencia de obra.

V. CONCLUSIONES

- Durante el desarrollo de la obra se encontraron incompatibilidades en aspectos como el planteamiento de los cálculos estructurales, imposibilidad de revisar los estudios de mecánica de suelos y estudio de cantera por su ausencia; y, planteamiento hidráulico al considerar un ancho estable menor a lo óptimo, ocasionando un peligro de socavación y erosión de márgenes estables en el margen derecho del río, por lo cual se realizó un nuevo cálculo y la modificación de la sección hidráulica.
- Por otro lado, se encontraron incompatibilidades en las partidas correspondientes a la desviación del río, encontrándose que el volumen presupuestado era menor al requerido en campo, esto se solucionó con la utilización del material excedente de las excavaciones para garantizar la continuidad de los terraplenes de protección, este cambio conllevó que la partida de eliminación de material excedente no sea ejecutada.
- Finalmente, la incompatibilidad en los rendimientos planteados durante el expediente, habiéndose desarrollado la obra durante 4 meses, un mes menor al plazo proyectado, sin embargo, se requirió de un mes para adicionales de obra, no contemplados en el expediente contratado. Es así como se puede concluir que si bien es cierto ocurrieron retrasos por las incompatibilidades encontradas estas no fueron recurrentes en la ruta crítica del proyecto, por ende, no conllevaron a ampliaciones de plazo.
- El desarrollo de la obra se ejecutó en dos etapas diferentes, la primera definió las obras provisionales, trabajos preliminares y partidas pertenecientes a seguridad y salud ocupacional, tomando en cuenta las actividades necesarias para llevar a cabo un trabajo ininterrumpido de acuerdo con la planificación de obra, durante esta etapa los pobladores expresaron su malestar por falta de consideración de sus necesidades de acceso al río, lo cual llevó a que el alineamiento fuera modificado. La segunda etapa definió la construcción del muro de contención en toda su longitud, ejecutando las partidas de movimiento de tierras, habilitación de piedra, muro de mampostería juntas y el sistema de drenaje.

- Las observaciones planteadas en la entrega de obra se realizaron sobre las partidas de juntas, emboquillado y la adición de enrocado en la sección inicial del muro planteado, esta última la más relevante debido que comprometía la seguridad y estabilidad de la obra. Siendo necesario una adición de 50 metros lineales de enrocado y la utilización de dos cuadrillas entre operarios y ayudantes, así como una retroexcavadora Volvo EC480D y planchas compactadoras.
- La comparativa del expediente técnico con las condiciones de campo y su respectivo replanteo, denotaron deficiencias en el planteamiento del expediente técnico, sin embargo, estas no significaron un retraso en el desarrollo de la obra, prueba de esto es la ausencia, durante la ejecución de obra de la realización de horas extras, tanto del personal de campo como del de oficina técnica.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una visita de campo post adjudicación de la buena pro del proceso de licitación, acompañado de equipo de topografía y el ing. Residente con el fin de identificar la zona de trabajo y establecer relaciones comunitarias con la población residente.
- Se recomienda realizar un análisis estacional de los caudales en el tiempo proyectado por el cronograma reprograma a partir del inicio de obra analizando el régimen hidrológico y la modelización hidráulica a detalle en la sección del inicio de obra y aguas arriba, con el fin de tener diferentes escenarios para la evaluación de peligros y toma de decisiones.
- Se recomienda un control minucioso sobre los equipos empleados en tareas críticas como movimiento de tierras, a fin de evitar que el retraso durante la habilitación del equipo sea contraproducente con el objetivo de su contratación el cual es mejorar los rendimientos y reducir el tiempo de ejecución de la obra.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Almeida Barros, P. L. (1 de enero de 2008). *MANUAL TECNICO DE OBRAS DE CONTENCIÓN*. Obtenido de https://www.academia.edu/22118970/Calculo_de_muro_de_gaviones
- Alvites Barragan, J. D. (1 de enero de 2018). *Propuesta de guía constructiva para la construcción de defensas ribereñas utilizando el sistema de muro enrocado en la planta de cppq s.a en Ñana*. Obtenido de Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas: <https://doi.org/10.19083/tesis/624553>
- Aponte , H., & Torrejón-Magallanes, J. (2023). Lluvias, inundaciones y su impacto en la población peruana: ¿hemos aprendido la lección? *South Sustainability*, 1-4. doi:DOI: 10.21142/SS-0401-2023-e075
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2015). *Perfil de Riesgo por Inundaciones en Perú*. Washington: División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Administración de Riesgos por Desastres.
- Bautista Urquia, J. M., & Toscano Salazar, R. N. (2020). *Estudio de inundaciones fluviales de la cuenca del río Rímac: causas, efectos y prevención de desastres*. Lima: Universidad Peruana Unión .
- Benavices C., E. (2016). *Diseño de Defensas Ribereñas*. Lima: Ministerio de Agricultura .
- Blench, T. (1966). *Mobile-bed fluviology*. Canada: University of Alberta .
- Braja M., D. (2015). *Fundamentals of Geotechnical Engineering*. México: Cengage Learning Editores. Obtenido de <https://istasazeh-co.com/wp-content/uploads/2021/11/Fundamentals-of-Geotechnical-Engineering-Third-Edition.pdf>

- Chereque Moran, W. (1 de julio de 2023). *Repositorio PUCP*. Obtenido de Repositorio Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP): https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/28689/hidrologia_cap07.pdf?sequence=13&isAllowed=y
- Congreso de la República. (20 de agosto de 2011). *Ley N° 29783*. Obtenido de El Peruano: <https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/Ley%2029783%20SEGURIDAD%20SALUD%20EN%20EL%20TRABAJO.pdf>
- Construmática . (29 de noviembre de 2021). *Construcción de un Muro de Contención*. Obtenido de https://www.construmatica.com/construpedia/Construcci%C3%B3n_de_un_Muro_de_Contenci%C3%B3n
- Domingo Depaula, P. (2020). Huaycos en el distrito limeño de Lurigancho-Chosica: urbanización, vulnerabilidad social, cultura y resiliencia comunitaria. *REVISTA CONCIENCIA EPG*, 78-91. doi:<https://doi.org/10.32654/concienciaepg.4-1.5>
- Francisco J., F. A. (2006). Sobre inundaciones y anegamientos. *Revista de urbanismo* , 26-27; 37-39.
- INDECOPI. (2004). *Norma Técnica Peruana 399.010-1*. Lima: INDECOPI.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET). (1 de enero de 2005). *MOVIMIENTO EN MASA: DESLIZAMIENTO Y HUAYCOS EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA PAITA*. Obtenido de CENEPRED: <http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/INGEMMET/Movimientos%20en%20masa,%20deslizamientos%20y%20huaycos%20Qda.%20Paihua.pdf>
- International Organization for Standardization (ISO). (15 de setiembre de 2015). *Quality management systems — Fundamentals and vocabulary*. Obtenido de ISO 9000:2015: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:en>
- International Organization for Standardization (ISO). (12 de marzo de 2018). *ISO 45001:2018*. Obtenido de Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo — Requisitos con orientación para su uso: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:es>

- León Chinchay, E. M. (1994). *Defensa ribereñas del río Rímac: Sector puente Ricardo Palma, Chosica y Puente los Angeles, Chaclacayo*. Lima: UNI.
- Matos Mar, J. (1 de enero de 1980). *DEBORDE POPULAR Y CRISIS DEL ESTADO*. Obtenido de es.escribd: <https://es.scribd.com/document/538937177/Matos-J-1980-Desborde-popular-y-crisis-del-Estado#>
- Maza Alvarés, J. A. (1975). Diseño de espigones . *Recursos hidráulicos*, (págs. 10-15). Bogota .
- McCoy, A., Constantinescu, G., & Weber, L. (2007). Hydrodynamics offlow in a channel with two lateral submerged groynes. *World Environmental and Water Resources Congress 2007* (págs. 1-11). Reston, USA: American Society of Civil Engineers. doi:[https://doi.org/10.1061/40927\(243\)118](https://doi.org/10.1061/40927(243)118)
- McEntire, D. A., & Fuller, C. (2002). The need for a holistic theoretical approach: an examination from the El Niño disasters in Peru. *Disaster Prevention and Management*, 128-140.
- Ministerio de Agricultura . (11 de diciembre de 2010). *Estudio Hidrológico y Ubicación de la Red de Estaciones*. Obtenido de Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Rímac: http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/ANA/Estudio_hidrologico_Cuenca_Rimac_volumen_I_texto_final_2010.pdf
- Ministerio de Agricultura. (1 de octubre de 2010). *PLAN DE PREVENCIÓN ANTE LA PRESENCIA DE FENOMENOS NATURALES POR INUNDACIONES, DESLIZAMIENTOS, HUAYCOS Y SEQUIAS*. Obtenido de Autoridad Nacional del Agua (ANA): <http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/ANA/Plan%20de%20prevencion%20ante%20la%20presencia%20de%20fenomenos%20naturales%20por%20inundaciones,%20deslizamientos,%20huaycos%20y%20sequias.pdf>
- Ministerio de Economía y Finanzas . (2018). *Reglamento de la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado*. Lima: Ministerio de Economía y Finanzas .
- Ministerio de Salud. (28 de abril de 2020). *R.M. 239-2020 MINSA*. Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/668359/RM_239-2020-MINSA_Y_ANEXO.PDF?v=1588181316

- Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo . (2020). *Guía Técnica para la Administración y Ejecución de Obras* . Lima: Trabaja Perú .
- MTC. (2013). *Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones .
- Municipalidad Distrital de Cocachacra. (2017). *Expediente Técnico: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN Y CONTROL DE ALUVIONES, DESBORDES E INUNDACIONES EN LA ZONA URBANA DE LA LOCALIDAD DE CORCONA, DISTRITO DE SANTA CRUZ DE COCACHACRA, PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ, REGIÓN LIMA - III Etapa*”. Lima.
- Project Management Institute . (2013). *Guía de Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. Pensilvania : Pensilvania: Project Management Institute.
- Rivera Trejo, F., & Hernandez Cruz, A. (2020). Protección marginal con espigones, simulación numérica 1D. *Tecnología y ciencias del Agua*, 33. doi: 10.24850/jtyca-2020-01-09
- Rocha Felices, A. (1998). *Introducción a la hidráulica fluvial* . Lima: UNI.
- Rocha Felices, A. (2013). Defensa fluviales con espigones. *XVI Congreso Nacional de Ingeniería Civil* (págs. 1-30). Arequipa: Instituto de Construcción y Gerencia .
- SENAMHI. (1 de Mayo de 2022). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú*. Obtenido de Inventario de datos de eventos de inundaciones del Perú: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-99.pdf>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (30 de enero de 2019). *Aviso N°034*. Obtenido de SITUACIÓN ACTUAL DEL RÍO RÍMAC, EN LA ESTACIÓN CHOSICA: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=aviso-hidrologico-detalle&a=2019&b=034&c=026&d=SENA>
- Valdospino Navas, S. A. (2011). *Modelo hidráulico de un canal en curva para estudiar la incidencia de los espigones en el control de la erosión*. Quito: Pontificia Universidad Católica de Ecuador.

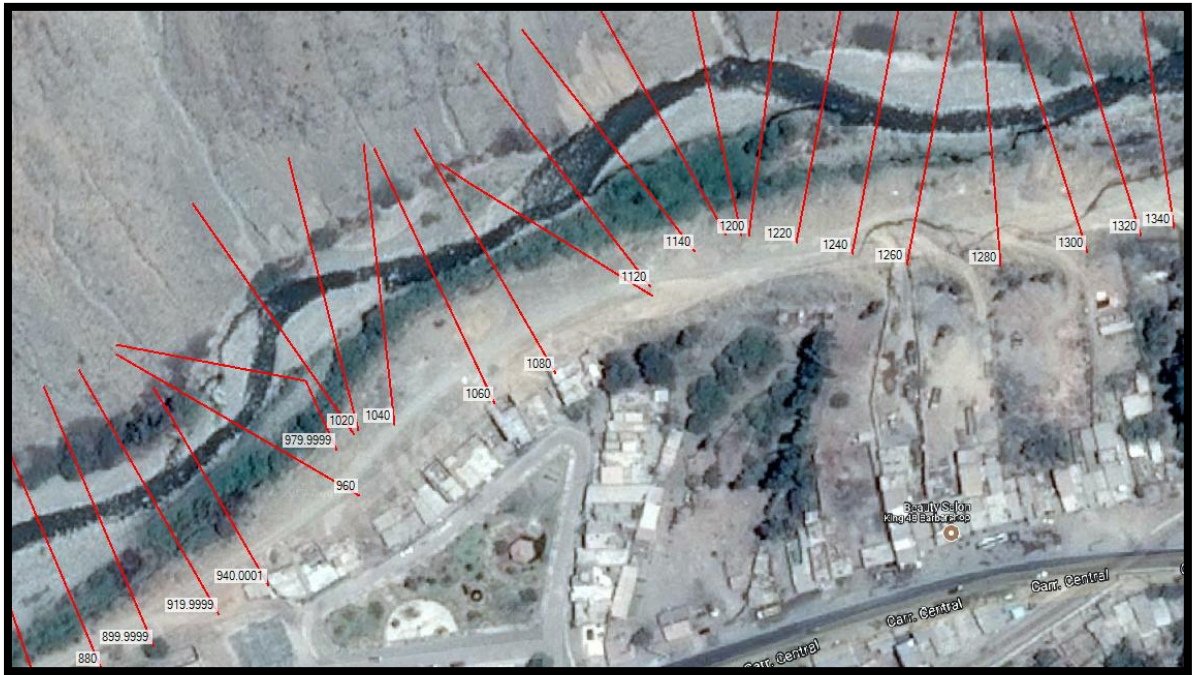
VIII. ANEXOS

Anexo 1: Modelamiento hidráulico, secciones transversales

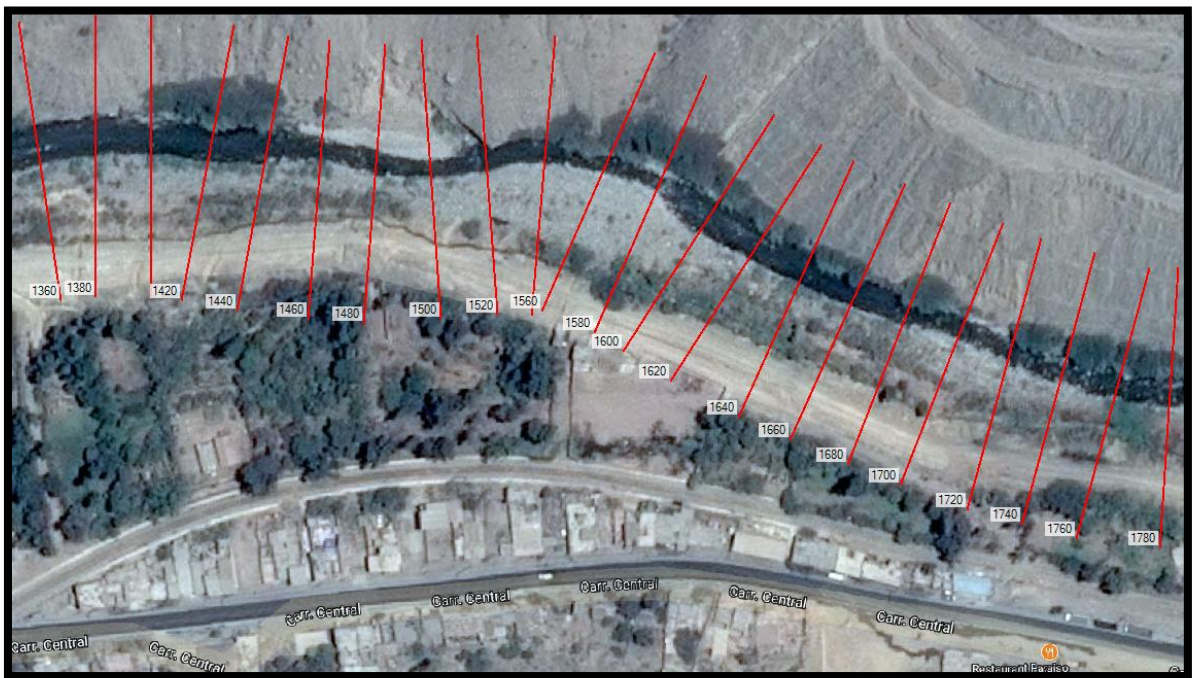
- Secciones 440.0 – 860.0 en Hec-Ras del Tramo



- Secciones 880.0 – 1340.0 en Hec-Ras del Tramo



- Secciones 1360.0 – 1780.0 en Hec-Ras del Tramo



- Secciones 1800.0 – 2180.0 en Hec-Ras del Tramo



- Secciones 2200.0 – 2580.0 en Hec-Ras del Tramo



- Secciones 2600.0 – 2800.0 en Hec-Ras del Tramo



- Secciones 2820.0 – 3020.0 en Hec-Ras del Tramo



- Secciones 3040.0 – 3460.0 en Hec-Ras del Tramo



- Secciones 3460.0 – 3520.0 en Hec-Ras del Tramo

