

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**VARIACIÓN DEL MONTO CONTRACTUAL EN LA
EJECUCIÓN DEL TRAMO SAN GABÁN A OLLACHEA DE LA
INTEROCEÁNICA SUR**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

WILDER EDGARD APONTE CASTRO

ASESOR

Dr. JAVIER E. ARRIETA FREYRE

LIMA – PERÚ

2023

© 2023, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados.

**“El autor autoriza a la UNI a reproducir la Tesis en su totalidad o en parte,
con fines estrictamente académicos.”**

Aponte Castro, Wilder Edgard

wapontec@uni.pe

932525991

AGRADECIMIENTO

Gracias a mi Alma Mater, por brindarme una formación en ella. Asimismo, a todas las personas que fueron parte de este proceso tanto docentes como personal técnico de los laboratorios. Fueron ustedes los artífices que, mediante su aporte, que el día de hoy se verá reflejado en la culminación de mi paso a la Universidad.

Gracias a mis padres, porque fueron mis principales inspiradores durante todo este proceso. Agradecer a Dios, por guiarme y darme fortaleza día a día para vencer cualquier problema que así dudar en terminar mi carrera profesional.

Un agradecimiento especial para mi asesor, Dr. Javier Arrieta, por su tiempo, dedicación y enseñanza durante el desarrollo de mi trabajo de suficiencia profesional.

DEDICATORIA

A Dios por brindar la fortaleza y tranquilidad espiritual en mí;

A mis padres: Ciro y Paulina por su ejemplo y aliento constante; a mis hermanos: Julio, Elmer, Carlos y Janet; asimismo a todos mis amigos: Diego, José, Jorge, Jennifer, Mónica y muchos más que estuvieron conmigo en esa parte importante de mi vida.

ÍNDICE

ÍNDICE	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
PRÓLOGO	5
LISTA DE TABLAS	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	8
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	9
1.1 Generalidades	9
1.2 Formulación del problema de informe de suficiencia profesional	10
1.2.1 Planteamiento del problema	10
1.2.2 Formulación del problema	11
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Objetivo general	11
1.3.2 Objetivos específicos	11
1.4 Antecedentes investigados	12
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	17
2.1 Marco Teórico	17
2.1.1 Conocimiento del estado actual de las obras viales en el Perú	17
2.1.2 Asociaciones Público y Privado (APP)	19
2.1.3. Contrato de Concesión del Tramo Vial Inambari-Azángaro del Proyecto Corredor Vial Interoceánico Sur, Perú-Brasil	21
2.1.4. Ley de la Contratación Pública	25
2.1.5. Gestión de riesgo	26
2.2 Marco Conceptual	32
CAPÍTULO III: PROBLEMÁTICA DE LOS SECTORES CRÍTICOS QUE ORIGINAN CAMBIOS AL PROYECTO, ASÍ COMO SUS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	35
3.1 Ubicación del proyecto	35
3.2 Presentación del proyecto y los sectores críticos	36
3.3 Alternativas de solución	40
3.3.1 Alternativa Túnel	41
3.3.2 Alternativa de una Carretera y 4 Puentes.	48
CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS ELABORADO EN BASE A CADA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	55
4.1 Riesgos de la margen derecha (carretera y 4 puentes)	55

4.1.1 Riesgo geológico	55
4.1.2 Riesgo hidráulico	57
4.2 Riesgos de la margen izquierda (túnel)	61
4.2.1 Riesgo geológico	61
4.2.2 Riesgo hidráulico	62
CAPÍTULO V: DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA Y LAS ADECUACIONES EJECUTADAS QUE MOTIVAN EL MAYOR MONTO DEL PRESUPUESTO	65
5.1 Descripción de la solución elegida	65
5.2 Descripción de las adecuaciones ejecutadas	73
5.2.1 Adecuaciones ejecutadas en el Puente 1	74
5.2.2 Adecuaciones ejecutadas en el Puente 2	80
5.2.3. Adecuaciones ejecutadas en el Puente 3	86
5.2.4 Adecuaciones ejecutadas en el Puente 4	88
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS	93
6.1. Puente 1	93
6.2. Puente 2	95
6.3. Puente 3	97
6.4. Puente 4	99
CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES	105
BIBLIOGRAFÍA	106
ANEXOS	109
Anexo I: Caracterización Geotécnica	109
Anexo II: Parcelamiento de la excavación	110
Anexo III: PRESUPUESTO DE LA ALTERNATIVA TÚNEL	111
Anexo IV: PRESUPUESTO DE LA ALTERNATIVA CARRETERA	116
Anexo V: Áreas de Inundación	121
Anexo VI: Fases constructivas del Puente 1	122

RESUMEN

Este trabajo de suficiencia profesional tiene el propósito de evidenciar el incremento del presupuesto contractual del proyecto aprobado, siendo menester su ejecución con el fin de cumplir con los alcances del contrato. Asimismo, se precisa que la obra es una modalidad de Asociaciones Público Privada (APP).

La obra construida se encuentra en el distrito de Ollachea, provincia de Carabaya en la región de Puno. En el entorno de la obra se caracteriza por tener un relieve muy accidentada y de laderas empinadas lo cual ocasiona la presencia de sectores críticos en el transcurso de la carretera. Dado que la vía existente estaba interrumpida, se presentan dos alternativas de solución; una por la margen izquierda (túnel) y otra por la derecha (carretera y 4 puentes), aprobándose esta última.

Durante la ejecución del proyecto se encuentran diferencias respecto al Proyecto de Ingeniería de detalle (PID), dado por la falta de mayores detalles de Ingeniería; asimismo, se precisa que estos errores vienen del estudio básico realizado. Como la obra es una modalidad de APP, se indica que la Concesionaria es responsable de la Ingeniería, Procura, Construcción y Mantenimiento para este caso del tramo 4. Por lo tanto, la Concesionaria realizó estudios insuficientes tanto técnico como también por ejemplo no se analizaron el peso máximo de transporte de las estructuras metálicas desde Lima a Obra, el cual genera adecuaciones al proyecto.

Finalmente, las adecuaciones al proyecto se dan en los 4 puentes y significan 12,3% de aumento del monto valorizado en comparación al monto contractual aprobado por el MTC.

ABSTRACT

This work of professional sufficiency has the purpose of evidencing the increase in the contractual budget of the approved project, its execution being necessary in order to comply with the scope of the contract. Likewise, it is specified that the work is a modality of Public Private Associations (PPA).

The built work is located in the district of Ollachea, province of Carabaya in the region of Puno. The environment of the work is characterized by having a very rugged relief and steep slopes which causes the presence of critical sectors in the course of the highway. Since the existing road was interrupted, two solution alternatives are presented; one on the left bank (tunnel) and another on the right (road and 4 bridges), the latter being approved.

During the execution of the project, there are differences with respect to the Detailed Engineering Project (PID), given the lack of greater Engineering details; Likewise, it is specified that these errors come from the basic study carried out. As the work is a PPA modality, it is indicated that the Concessionaire is responsible for Engineering, Procurement, Construction and Maintenance for this case of section 4. Therefore, the Concessionaire carried out insufficient studies, both technical and, for example, they were not analyzed the maximum transport weight of metal structures from Lima to Work, which generates adaptations to the project.

Finally, the adaptations to the project occur in the 4 bridges and mean a 12,3% increase in the valued amount compared to the contractual amount approved by the MTC.

PRÓLOGO

El presente trabajo de suficiencia profesional fue desarrollado a partir de la experiencia del autor del presente informe de suficiencia profesional, quien laboro en el área comercial durante la etapa de ejecución del proyecto que fue contratado en la modalidad de APP. La ubicación de la obra corresponde a la carretera Interoceánica Sur en el tramo San Gabán a Ollachea comprendido dentro del tramo 4. Se trata de un corredor vial interoceánico y de ahí su significativa importancia. Ubicado en una zona accidentada y con estudios de ingeniería a completar, originó el planteamiento de alternativas para su ejecución. Se estudió una propuesta de solución que comprendía la construcción de túneles, así como la alternativa de una variante del trazo y construcción de puentes. Esta última propuesta fue la ejecutada y dio como resultado la elaboración de adicionales y deductivos los cuales fueron convenientemente resueltos. En este estudio se describe detalladamente los procedimientos y los mayores montos resultantes.

Finalmente, se precisa que los trabajos realizados en la obra estuvieron controlados de acuerdo con las normas vigentes para lograr un proyecto en beneficio de los usuarios.

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1	Presupuesto a costo directo de la alternativa del túnel	48
Tabla N° 2	Presupuesto a costo directo de la alternativa de la carretera	54
Tabla N° 3	Comparativo de presupuestos	54
Tabla N° 4	Matriz de riesgos geológicos (evento frecuente)	56
Tabla N° 5	Matriz de riesgos geológicos (evento medio)	56
Tabla N° 6	Matriz de riesgos geológicos (evento raro)	57
Tabla N° 7	Tirante en flujo permanente (sitio de puente 1 para TR = 500 años)	58
Tabla N° 8	Matriz de riesgos para las zonas críticas (10 años)	58
Tabla N° 9	Matriz de riesgos para las zonas críticas (20 años)	59
Tabla N° 10	Matriz de riesgos para las zonas críticas (50 años)	59
Tabla N° 11	Matriz de riesgos para las zonas críticas (100 años)	60
Tabla N° 12	Matriz de riesgos para las zonas críticas (500 años)	60
Tabla N° 13	Tirante en flujo permanente (sitio de puente 4 para TR = 500 años)	61
Tabla N° 14	Matriz de riesgo para la zona crítica	63
Tabla N° 15	Características principales del Puente 1	67
Tabla N° 16	Características principales del Puente 2	69
Tabla N° 17	Características principales del Puente 3	70
Tabla N° 18	Características principales del Puente 4	71
Tabla N° 19	Características principales de los muros	73
Tabla N° 20	Comparativo de metrado para el Arco	94
Tabla N° 21	Comparativo de metrado para el Tablero	94
Tabla N° 22	Variación de metrado de las subpartidas del puente 1	95
Tabla N° 23	Partida fabricación y montaje de estructura metálica G50	96
Tabla N° 24	Variación de metrado de las subpartidas del puente 2	96
Tabla N° 25	Partida fabricación y montaje de estructura metálica G50	98
Tabla N° 26	Variación de metrado de las subpartidas del puente 3	98
Tabla N° 27	Partida fabricación y montaje de estructura metálica G50	101
Tabla N° 28	Variación de metrado de las subpartidas del puente 4	101
Tabla N° 29	Variación de metrados total de los 4 puentes	102
Tabla N° 30	Variación del monto contractual de los 4 puentes	102

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1 Longitud de la Red Vial en el Perú	18
Figura N° 2 RVN según el tipo de administración	18
Figura N° 3 Ubicación del proyecto	35
Figura N° 4 Imagen satelital del abril 2010 del tramo entre los Km 240+290-241+800	36
Figura N° 5 Pendientes con más 55° en la margen izquierda	37
Figura N° 6 Cono de derrubios que bloqueó la carretera principal	38
Figura N° 7 Abanico formado por material detrítico	39
Figura N° 8 Deslizamiento a la altura de la progresiva 241+500	40
Figura N° 9 Planimetría del túnel proyectado como solución para el sector crítico	42
Figura N° 10 Perfil de la carretera provisional en el tramo de bajada	49
Figura N° 11 Perfil de la carretera provisional en el tramo intermedio	49
Figura N° 12 (a) Deslizamiento principal y (b) deslizamiento secundario en la margen izquierda	61
Figura N° 13 Alternativa del PID	75
Figura N° 14 Montaje del arco con juntas empernadas según replanteo	76
Figura N° 15 Montaje del arco	76
Figura N° 16 Uniones empernadas en el arco en el tramo central	77
Figura N° 17 Comparativo de la conexión de extremo entre PID y Replanteo	78
Figura N° 18 Viga transversal de Arco y conexión según PID	79
Figura N° 19 Viga transversal de arco y empalme empernado	79
Figura N° 20 Comparativo de vigas principales	81
Figura N° 21 Envoltente de Momentos Flectores LL+I (Ton.m)	82
Figura N° 22 Envoltente de Fuerzas Cortantes LL+I (Ton)	82
Figura N° 23 Comparativo de vigas diafragma	83
Figura N° 24 Comparativo de planchas	84
Figura N° 25 Comparativo de planchas para empalme de vigas principales	85
Figura N° 26 Comparativo de vigas transversales.	88
Figura N° 27 Encuentro eje de la viga y pilar	89
Figura N° 28 Fuerzas que actúan en los pilares inclinados	90
Figura N° 29 Comparativo de conexiones empernadas en segmento de	91
Figura N° 30 Comparativo de vigas principales	92
Figura N° 31 Momento flector que influyen en el nudo y zonas adyacentes	99

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

APP	:	Asociaciones Público Privada
BID	:	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	:	Banco Mundial
CPT	:	Contratación Pública Tradicional
MTC	:	Ministerio de Transporte y Comunicaciones
OCDE	:	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OSITRAN	:	Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público
OGPP	:	Oficina General de Planeamiento y Presupuesto
PAO	:	Programa de avance de obra
PID	:	Proyecto de Ingeniería de Detalle
PMBOK	:	Project Management Body of Knowledge
RVN	:	Red Vial Nacional

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

El tramo en estudio integra la concesión de la Interoceánica Sur, en sus más de 300 Km incluye algunos subtramos donde la carretera presenta inestabilidades geológicas o eventos de geodinámica externa, como es el caso de los sectores críticos comprendidos entre los subtramos Km 240+290 al Km 240+550 y Km 241+500 al Km 241+800 respectivamente; sin embargo, la alternativa de solución inicia desde la progresiva 239+290 a la 241+800.

En los subtramos mencionados se han producido grandes deslizamientos de material desde la parte superior de los taludes y han cubierto todo el ancho de la carretera, llegando inclusive a cubrir parte del cauce del río; en ese sentido, se ha calificado a los dos sectores críticos como de alto riesgos el mismo que no garantiza la transitabilidad continua de los usuarios en condiciones de seguridad.

Es esta situación la que ha motivado la necesidad de proyectar una solución de ingeniería que resuelva los dos sectores críticos antes indicados y que se garantice el paso de los usuarios como vehículos de manera continua y fluida evitando de esta manera cruzar tramos inestables con riesgos de accidentes por las caídas de rocas y deslizamientos.

En ese contexto, el concedente, con el pronunciamiento de la Oficina Técnica de Concesiones, solicita al Concesionario desarrollar el Proyecto de Ingeniería de un Túnel entre el Km 239+780 al Km 241+850 y, el concesionario presentó al concedente el trazado del proyecto de un túnel sobre la margen izquierda. Asimismo, el concedente, solicita evaluar una solución alternativa por la margen derecha. En ese sentido, el concesionario presenta el trazo de una carretera con 4 puentes como alternativa de solución por la margen derecha. Se precisa que la progresiva de inicio de la carretera propuesta es en Km 239+290 y final en la progresiva 241+800.

Después del análisis el concedente aprueba la alternativa por la margen derecha, debido a que el costo de la misma era inferior respecto a la opción del túnel. Sin embargo, el diseño de la alternativa elegida era básica por lo cual se

precisa que en la etapa de replanteo el diseño de ingeniería va a ocasionar variación de metrados.

Finalmente, las infraestructuras en general son inversiones que el estado peruano realiza en beneficio de los ciudadanos para el desarrollo económico, social y cultural. Sin embargo, se debe tener mejores profesionales en las entidades públicas con altos estándares de calidad, buenos valores con el propósito que sus análisis sean pensado en satisfacer las necesidades de los peruanos y, donde los montos de los proyectos de las obras públicas al final no deben variar en gran magnitud respecto al monto contractual.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INFORME DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

1.2.1 Planteamiento del problema

Los proyectos de construcción se inician con un presupuesto aprobado; Sin embargo, debido a las diversas circunstancias aparecen adecuaciones que ocasionan variaciones al monto contractual.

En el tramo de la Concesión se presentan sectores críticos que afectan el libre tránsito vehicular, debido a que ocurre deslizamiento de taludes por la geología del lugar o socavación que provoca riesgo a la carretera existente. El Concedente analiza las dos alternativas presentadas por el Concesionario antes de dar su aprobación verificando el sustento técnico como también el presupuesto de la misma. Donde fue aprobado la alternativa de la carretera y 4 puentes.

El presente informe de suficiencia profesional se trata de un proyecto de Concesión en el cual, al momento de realizar los estudios del mismo para obtener la aprobación por parte del Concedente, se analizan los puntos más relevantes a través de la Ingeniería del proyecto. Sin embargo, este estudio básico respecto al análisis de los 4 puentes del proyecto tuvo errores.

En ese sentido, para la ejecución del proyecto se realizan los estudios a mayor detalle mediante la ingeniería de proyecto que se da en la etapa del replanteo, la cual consideró adecuaciones necesarias las mismas que se

comunicó a la Supervisión para su aprobación. Cabe precisar que entre otros puntos en la etapa del replanteo se analizó el peso máximo de transporte de las estructuras metálicas desde Lima a Obra que se desplaza por la vía terrestre.

Realizar la evaluación de los riesgos de las dos alternativas de solución fue primordial para la toma de decisión por parte del Concedente; debido a que, en el lugar de la obra presenta una zona de inestabilidades geológicas o eventos de geodinámica externa como es el caso de abanicos de huaycos, conos de derrubios, movimiento en masas y erosión de laderas.

1.2.2 Formulación del problema

1.2.2.1 Problema general

¿Cómo se sustenta el aumento del presupuesto contractual del proyecto?

1.2.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cómo se explica los sectores críticos que originan cambios al proyecto y sus alternativas de solución?
2. ¿De qué manera se presenta la evaluación de los riesgos elaborado en base a cada alternativa de solución?
3. ¿Cómo se explica la solución elegida y las adecuaciones ejecutadas que motivan el mayor monto del presupuesto?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Presentar las adecuaciones tomadas e implementadas con respecto al proyecto original que causa el mayor monto del presupuesto original contratado.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Describir la problemática de los sectores críticos que originan cambios al proyecto, así como sus alternativas de solución
2. Mostrar la evaluación de los riesgos elaborado en base a cada alternativa de solución
3. Describir la solución elegida y las adecuaciones ejecutadas que motivan el mayor monto del presupuesto.

1.4 ANTECEDENTES INVESTIGADOS

En la elaboración del expediente técnico es difícil precisar los diversos fenómenos que puede ser que suceda en el lugar que accede la vía en el transcurso de su existencia; por esta razón, existen algunos que se encuentran activos, o por circunstancias eventuales, a los que no se les ha dado una solución técnica en el expediente. En ese sentido, en la etapa de la ejecución se presenta diferentes situaciones, que de acuerdo a su extensión puede ser considerado dentro del marco del Presupuesto de Obra. Sin embargo, en otros casos se analiza sucintamente para hallar una solución, en efecto, forma parte de presupuestos adicionales. (Ríos, 1997)

Asimismo, gran parte de los adicionales ocurren por carencias o insuficiencia del Expediente Técnico; es decir, en razón a que no se brinda una solución técnica a los inconvenientes que ocurren en la vía o en otros casos, a la vez por el poco tiempo para llevar a cabo los estudios, no se ha obtenido un real conocimiento de los hechos acontecidos en forma extraordinaria y eventualmente lo cual alteran las condiciones de transitabilidad y seguridad de la vía. (Ríos, 1997, p. 4).

En el trayecto de la gestión de un contrato se presentan distintos eventos que alteran el tiempo de ejecución o el monto del presupuesto contractual, ya que según el criterio de la propuesta más baja existe el riesgo de tomar los servicios de empresas que ejecutan obras de mediana envergadura, cuya eficiencia es de menor competencia para el proyecto. Es así, que se pone en riesgo el proyecto en su conjunto, así como la integridad legal y administrativa de los funcionarios de la entidad pública. (Ríos, 1997).

Se debe evaluar los componentes más importantes que permiten establecer el costo del desarrollo de la obra, los que comúnmente no se logran identificar antes de la concepción del proyecto. En ese sentido, se efectúa la evaluación y comparación del monto contractual inicial con la liquidación de obra. (Varillas, 2015).

Analizar la viabilidad de un proyecto es vital para mitigar sobrecostos en el proyecto, debido a los cambios en comparación del estudio definitivo con el

estudio de pre inversión a nivel de perfil que pueden influir en el costo final del proyecto. Cabe resaltar, que el porcentaje de variación según Varillas (2015) es “aproximadamente 40% más de lo proyectado en un principio” (p. 85).

En el mismo trabajo se concluye que, durante la etapa de la licitación no se contesta de forma clara la consulta hecha por los postores. En referencia a la libre disponibilidad de canteras, fuentes de agua ocasionan que se generen atrasos en los plazos contractuales; en consecuencia, mayores costos en la ejecución tanto como directos e indirectos. Asimismo, fue necesario realizar expropiaciones y al no tener un plan de compensación y reasentamiento se produce un cambio de trazo de la vía la cual ocasiona presupuestos adicionales. (Varillas, 2015, p.86).

Se desarrolla un plan para mitigar el caso de ampliación de plazo y adicionales en proyectos contratadas para el Estado a través de la identificación, seguimiento y monitoreo de los riesgos del proyecto desde su concepción mediante el programa de Montecarlo. Del mismo modo, Ávila (2019) precisa que se expone los procedimientos a seguir para una óptima gestión de riesgos, tiempo y costos durante la planificación de una obra pública.

En este mismo trabajo Ávila (2019) precisa “que la ley de Contratación del Estado, el sistema bajo la cual se realizan los contratos en el Perú se considera como el más completo que existen en Latinoamérica” (p. 27). Asimismo, dentro de sus principios expone a la transparencia, competencia, integridad, eficiencia y eficacia. Entonces, no es que la ley este incompleta sino es la forma como los funcionarios del estado están desarrollando su trabajo porque todavía no se utiliza la tecnología o herramientas para detectar la deficiencia del expediente técnico.

De otro lado, la puesta en marcha de los procesos y estándares de la guía Project Management Body of Knowledge (PMBOK), contribuye de manera más conveniente una planificación de los proyectos públicos desde el desarrollo del documento técnico, hasta su operación. Si bien es cierto que se solicita en los documentos técnicos la incorporación del análisis de los riesgos cualitativos de riesgos; sin embargo, no es suficiente porque mediante el análisis cuantitativo de

los riesgos aumentan la posibilidad de éxito de un proyecto público, en este caso se puede aplicar el método de Montecarlo (Ávila, 2019).

Es común, que las obras públicas experimentan un incremento respecto al monto presupuestal inicial aprobado. La brecha social es cada vez más amplia sobre todo en los países de Latinoamérica por eso que causa alarma social algunos comportamientos de corrupción denunciados en los medios de comunicación y en el sistema judicial.

La mayoría de obras civiles-públicas se han tornado actualmente en un negocio rentable, a pesar de ello la sociedad no lo ha asumido como tal. Por ejemplo, una presa-embalse para regadío o abastecimiento de aguas, se amortiza en su totalidad en un año y la central hidroeléctrica en unos escasos meses. La metodología a seguir es a través de los controles de eficiencia, eficacia, economía e integral que deben estar anidadas en la administración del proyecto. (Rodríguez, 2015, p.1).

Del mismo modo, el autor precisa los siguientes:

- ¿Los ingenieros desconocen cómo elaborar presupuestos?
- ¿Los contratistas han olvidado cómo se construye una obra?
- ¿Existen demasiados intereses económico-políticos?
- ¿Surge a menudo una mala praxis en los intervinientes?
- ¿Es que la corrupción se ha vuelto endémica? (Rodríguez 2015, p.16).

En el mismo trabajo el autor concluye con las siguientes precisiones:

- En los contratos públicos, de forma anticipada se debe tener en cuenta los costos de duración: la calidad del resultado final, precio inicial de licitación, posibles sobrecostos de inicio; el mantenimiento y la eliminación de la obra.
- Fortalecer el significado de formación, controles de eficacia y eficiencia, tomar las previsiones del caso a la hora de invertir y seleccionar a la empresa encargada de redactar el proyecto inicial. (Rodríguez 2015, pag.787).

En este trabajo se manifiesta que los gobiernos deberían impulsar la planificación con el propósito de producir proyectos mejor preparados para cumplir los plazos del contrato con el presupuesto previsto. Según este artículo, en muchos casos la identificación de los riesgos o conflictos son ignorados. (BID,

2017, p. 5) indica los siguientes: “la planificación deficiente, el acceso reducido a los recursos y la carencia de consultoría adecuada fueron los principales motivos de conflictos o riesgos”.

La metodología de este trabajo se basa en una óptica híbrida entre los métodos de investigación cualitativa y cuantitativa; asimismo, las enseñanzas asimiladas de 32 entrevistas desarrolladas a gerentes involucrados en aproximadamente 200 en proyectos de infraestructuras. (BID, 2017, p. 81) precisa que las preguntas más importantes son: ¿Cuáles son los tipos de conflictos que podrían surgir durante el desarrollo de un proyecto de infraestructura en América Latina?; ¿Están adecuadamente justificados los costos directos e indirectos de los conflictos o riesgos cuando se desarrolla un proyecto de infraestructura? Finalmente, ¿Cuál es la perspectiva más común de la empresa, en función a nuevos escenarios de conflictos o riesgos que afectan al proyecto?

Cada empresa asume en forma distinta los conflictos o riesgos; sin embargo, aquellas que planifican con anticipación para prevenir y menguar los mismos presentan más posibilidades de tener consecuencias menos significativas. En ese sentido, aquellas empresas que toman decisiones sin una planificación está en camino para que el proyecto aumente el tiempo de ejecución de la obra, presupuestos adicionales o todavía peor que el proyecto sea paralizando la cual genera problemas sociales, económicos para el País donde se realiza el proyecto. (BID, 2017).

Examinar y comprender el marco normativo de las políticas públicas contra la corrupción en la contratación pública en Latinoamérica y su relevancia en la administración pública del Estado Peruano. Asimismo, la metodología de este trabajo es analítico-descriptivo y descriptivo-explicativo. Se atiende la relación entre contratación pública y corrupción (Guevara, 2014).

Ante ello, cabe plantearse ¿Existe corrupción en la contratación pública en Perú y en qué grado se manifiesta? (Guevara, 2014). En este país no hay un sistema de medición el cual mediante parámetros se podría saber el grado de corrupción en las contrataciones de obras públicas. Sólo, a través de INEI o por identidades privadas u organizaciones no gubernamentales como Proética se tiene unas mediciones que tienen su origen mediante encuestas.

La normativa peruana en contratación pública, no obstante, posee uno de los diseños más avanzados de Latinoamérica, no ha resultado eficaz para enfrentarse a la corrupción (Guevara, 2014, p. 149), esto debido a tres factores: 1) La insuficiencia de una visión y estrategia; 2) La flaqueza institucional (preponderante por el poder ejecutivo), y 3) Las condiciones de gobernanza.

Las infraestructuras públicas de calidad impulsan el crecimiento económico, social de un País. Sin embargo, la inversión en infraestructura es compleja desde la concepción hasta la ejecución, porque en el camino aparece situaciones no identificadas. La OCDE (2016, p.2) precisa: “Un componente vital por la cual los proyectos de infraestructuras no cumplen con el cronograma, presupuesto acordados ni con los objetivos previstos es por la deficiente gobernanza”.

Asimismo, las infraestructuras públicas tienen que ser resilientes; es decir, deben tener la capacidad de adaptarse ante cualquier evento no previsto sin perder su valor agregado con el transcurso del tiempo. Por otro lado, los proyectos públicos en Latinoamérica con frecuencia están bajo la óptica de corrupción siendo algunos de los factores: la complejidad de los proyectos; multiplicidad de etapas desde la concepción hasta la viabilidad; demasiada burocracia en los permisos y trámites de documentos; y partes interesadas que aumentan la vulnerabilidad a la corrupción de los proyectos de infraestructura. Finalmente, con el objetivo que el proyecto sea exitoso debe atender las necesidades que el usuario final para solucionar sus problemas. (OCDE, 2016).

Cabe indicar finalmente, que los proyectos exponen distintos desafíos, desde aspectos técnicos, presupuestos como de logística y gobernanza. Son necesarios para el progreso de un País y para la inclusión social; del mismo modo, la economía se sostiene en infraestructuras modernas para seguir siendo sostenidas y competentes. En ese sentido, un País con una buena gobernanza y legislación contractual presentan infraestructuras de calidad que genera beneficios para todos sus habitantes teniendo como propósito el acceso de igualdad de condiciones a los servicios básicos para sus ciudadanos (OCDE, 2016).

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Conocimiento del estado actual de las obras viales en el Perú

El sistema vial en el Perú, forma parte de la planificación nacional para el crecimiento; entre sus más considerables contribuciones se encuentran: la disminución de costos de transporte y en consecuencia aumento en el beneficio de las actividades productivas; asimismo, reducción en el tiempo de desplazamiento tanto de personas como productos.

La Red Vial Nacional (RVN) es competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), a través de Provías Nacional. Actualmente, el planeamiento de la RVN está a cargo del MTC (mediante la Oficina General de Planeamiento y Presupuesto, en ahora en adelante será OGPP), en coordinación con Provías Nacional. (Provías Nacional, 2016).

En base a la Ley de Bases de Descentralización (Ley 27783), indica el siguiente:

- El Gobierno Central tiene jurisdicción en la Red Vial Nacional
- El Gobierno Regional tiene potestad en la Red Vial Departamental
- Los Gobiernos Locales tiene autoridad en la Red Vial Vecinal.

En la Figura N° 1, se muestra el comparativo de kilómetros pavimentada y no pavimentada desde el 1990 al 2022, tanto para la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal. Del análisis de la Figura N° 1, al 2022 se indica el siguiente:

- a) La Red local esta pavimentada en un 2.36%
- b) La Red Departamental esta pavimentada en un 16.43%
- c) La Red Nacional esta pavimentada en un 83.63%

Se deduce que se debe mejorar la planificación de la red vial porque está afectado el crecimiento comercial, turístico, social y económico del País.

Figura N° 1 Longitud de la Red Vial en el Perú

Año	Total (Km)	PAVIMENTADA				NO PAVIMENTADA			
		Nacional	Departamental	Vecinal	Subtotal	Nacional	Departamental	Vecinal	Subtotal
1990	69 942	5 740	1 058	766	7 564	9 952	13 386	39 040	62 378
1991	69 942	5 635	1 058	766	7 459	10 057	13 386	39 040	62 483
1992	69 942	5 800	1 058	766	7 624	9 892	13 386	39 040	62 318
1993	69 942	5 800	1 058	766	7 624	9 892	13 386	39 040	62 318
1994	69 942	5 800	1 058	766	7 624	9 892	13 386	39 040	62 318
1995	73 439	6 477	1 089	790	8 356	10 042	13 242	41 799	65 083
1996	73 766	6 761	1 013	790	8 564	9 903	13 300	41 999	65 202
1997	75 807	7 130	989	874	8 993	9 615	13 441	43 758	66 814
1998	78 112	8 140	1 106	942	10 188	8 812	13 145	45 967	67 924
1999	78 127	8 141	1 106	942	10 189	8 826	13 145	45 967	67 938
2000	78 213	8 522	1 106	945	10 573	8 531	13 145	45 964	67 640
2001	78 251	8 693	1 106	947	10 745	8 399	13 145	45 962	67 506
2002	78 319	8 989	1 105	950	11 044	8 169	13 146	45 960	67 275
2003	78 397	7 990	1 106	942	10 038	8 867	13 145	46 347	68 359
2004	78 396	8 521	1 106	942	10 569	8 336	13 145	46 346	67 827
2005	78 506	8 731	1 106	942	10 779	8 126	13 145	46 456	67 728
2006	79 506	8 911	1 106	942	10 959	8 946	13 145	46 456	68 547
2007	80 325	11 178	1 507	955	13 640	12 660	12 930	41 095	66 685
2008	81 787	11 370	1 478	790	13 638	12 532	18 217	37 399	68 148
2009	84 026	11 500	1 622	810	13 932	13 000	22 769	34 325	70 094
2010	84 245	12 445	1 988	880	15 313	11 151	23 787	33 994	68 932
2011	129 162	13 640	2 090	1 484	17 214	9 680	23 509	78 760	111 948
2012	140 672	14 748	2 340	1 611	18 699	9 846	21 895	90 233	121 974
2013	156 792	15 906	2 518	1 933	20 357	9 100	22 474	104 862	136 435
2014	165 467	17 411	2 430	1 925	21 766	8 377	22 582	112 741	143 701
2015	165 372	18 420	3 459	1 890	23 769	8 016	20 828	112 758	141 603
2016	165 905	19 682	3 696	1 915	25 293	7 001	21 608	112 002	140 612
2017	166 765	20 368	3 714	1 884	25 966	6 424	23 767	110 608	140 800
2018	168 473	21 434	3 623	1 859	26 916	5 676	23 882	111 999	141 557
2019	168 954	22 172	4 261	2 336	28 770	4 881	23 378	111 925	140 184
2020	168 878	22 385	4 262	2 318	28 964	4 664	23 563	111 688	139 914
2021	173 058	22 600	4 661	2 808	30 069	4 441	23 286	115 262	142 989
2022	173 611	22 672	4 743	2 795	30 209	4 437	23 220	115 745	143 402

Fuente: Provías Nacional. (2022). Intervenciones en la red vial.

En la Figura N° 2, se muestra la RVN según el tipo de administración con la finalidad de evidenciar el aporte de las concesionarias a la red vial del Perú.

Figura N° 2 RVN según el tipo de administración

AÑO	1990	1995	2000	2005	2010	2016
No Concesionada (Km)	15,692.00	16,414.00	16,948.00	14,488.00	18,205.00	19,778.00
Concesionada (Km)	-	105.00	105.00	2,369.00	5,391.00	6,895.00

Fuente: Provías Nacional. (2016). Intervenciones en la red vial. **Pág.43**

2.1.2 Asociaciones Público y Privado (APP)

2.1.2.1 *Definiciones.* Existen varios conceptos que define a una Asociaciones Público Privada (APP); sin embargo, con el objetivo de delimitar y sintetizar el tema, debido a su valor y trascendencia en el contenido, se va a considerar la definición del Banco Mundial (BM) (2016, p.14), la cual define como:

Un contrato surgido entre el sector público y privado, para desarrollar una gestión pública, en el cual la parte privada, soporta el riesgo y responsabilidad significativa durante la duración de dicha gestión, asimismo, la remuneración se da acorde al desempeño, demanda o uso del servicio.

Se puede deducir de la definición algunos conceptos básicos de una APP:

- Los acuerdos de las partes se deben realizar en una relación contractual. Asimismo, los activos públicos pueden ser recientes o ya de una existencia determinada (para este caso específico se va a mejorar una mejor calidad al servicio). Se precisa que los sectores donde se puede utilizar la modalidad de APP son, por ejemplo; carreteras, puertos, saneamiento y telecomunicaciones.
- Respecto a los riesgos, una parte es asumida por la entidad pública y la otra parte por la entidad privada.
- Se planifica la recuperación de los costos en base a su desempeño, la demanda u uso; aun cuando, en varias situaciones se complementa con entrega a la parte pública con la finalidad de balancear la finanza del contrato.

2.1.2.2 *Marco de las APP.* El marco que administra la herramienta de APP como norma de contratación y administración de las infraestructuras posee unas cantidades de componentes que establecen sus correspondientes límites y normas.

Los siguientes componentes están vinculados con las principales particularidades de la APP como método de contratación:

- a) La contratación APP se relaciona a contratos públicos, cuyas limitaciones están descritas en las normas de contratos o licitación
- b) Una APP involucra agente económico privado administrado el negocio, quedando a expensas de las mismas leyes que impacta a otro negocio privado.

- c) Los APPs son una opción que suministra financiamiento que generalmente es de largo plazo para el gobierno, reemplazando al presupuesto que administra el sector público como un abastecedor de fondos para remediar la necesidad financiera. En ese sentido, los procedimientos deben estar bajo la óptica de controles y política de administración fiscal.
- d) El marco APP establece responsabilidades a los agentes y departamentos gubernamentales; en consecuencia, también se refiere a la arquitectura y organización institucional. (Banco Mundial, 2016).

2.1.2.3 Evolución normativa de APP en el Perú. La realización de proyectos APP en infraestructura de transporte de uso público respecto a su normativa con el transcurrir del tiempo ha evolucionado, señalándose, a continuación, algunos importantes hitos:

- a) Primera etapa (agosto de 1991 al abril de 2008). - El Estado Peruano evidencia poca voluntad de tener una participación activa de inversión privada en proyectos de infraestructura; del mismo modo, no se observan criterios para establecer en cada proyecto sin una asociación público privada (APP) es más beneficiosa que una Contratación Pública Tradicional (CPT).
- b) Segunda etapa (mayo 2008 a junio de 2018). – Con el Decreto Legislativo N°1012 de 13 de mayo del 2008, se precisa: “el primer régimen legal de APP”. (Huapaya, 2013, p.19), lo cual, resulta ser el marco legal para las APP, esta norma sufrió una modificación con la ley N° 29771 del 27 de julio del 2011. El texto único ordenado precisa los siguientes:
 - Ordena las reglas generales que regulan las APP
 - Limita las APP como: viable y cofinanciado.
 - Se considera a las APP como una forma de participación de la inversión privada, donde contribuye con su experiencia, discernimiento, equipos, técnica, delegándose riesgos y recursos principalmente privados, con la finalidad de crear, desarrollar, mejorar, operar o mantener la infraestructura pública. (Decreto Legislativo N°1012)
- c) Tercera etapa (julio de 2018 al presente). – con el Decreto Legislativo N° 1362 se busca “mejorar y consolidar el marco normativo que regula el Sistema Nacional de Promoción de la Inversión Privada”, (Decreto Legislativo N°1362). Resaltar que los términos más relevantes que precisa (Decreto Legislativo N° 1362) son los siguientes:

- Exponer de interés nacional el fomento de la inversión privada a través de APP
- Define a APP como una forma de intervención de la inversión privada, mediante acuerdos de largo plazo en los que interviene el mandato mediante una entidad pública y un inversionista privado.
- Respecto al Sistema Nacional de Promoción de la Inversión Privada se precisa que tiene un manejo funcional, para el crecimiento de las APP, formada por las sociedades del sector público no financiero.
- Disponer una composición interesante sobre Pro inversión.

2.1.2.4 Beneficios de APP. En el Perú, las APP son fundamental; debido a que, ante un ambiente pobre de competencia de inversión por el Estado, la contribución de la inversión privada proporciona conocimientos, equipos y recursos con el propósito de producir, prosperar, mejorar y mantener infraestructuras públicas o proporcionar servicios públicos. En ese sentido, impulsa el crecimiento de mejores carreteras, puertos, aeropuertos para el bienestar social.

2.1.3. Contrato de Concesión del Tramo Vial Inambari-Azángaro del Proyecto Corredor Vial Interoceánico Sur, Perú-Brasil

Con Ley N° 28214 publicada el 30 de abril de 2004, fue declarado una obra de necesidad pública, nacional y prioritaria, la construcción y asfaltado del Proyecto Corredor Vial Interoceánico Perú - Brasil. Posteriormente, el 13 de junio de 2005 se aprueba el Contrato de Concesión a ser suscrito el estado peruano mediante el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Concedente) y el Concesionario (Contrato de concesión, 2005).

Finalmente, con fecha 23 de junio de 2005, el Comité de Pro Inversión en Proyectos de Infraestructura y de Servicios Públicos adjudicó la Buena Pro del Concurso Público de Proyectos Integrales para la entrega en Concesión al sector privado del Tramo vial del Proyecto Corredor Vial Interoceánico Sur, Perú – Brasil, al Adjudicatario, quien ha cumplido con los requisitos establecidos en las Bases del citado Concurso, para suscribir el presente Contrato a través del Concesionario (Contrato de concesión, 2005, p.7).

2.1.3.1 Criterios Contractuales. En el Acta de Acuerdo firmada entre las partes el 27 de septiembre de 2017 se estableció en la Cláusula Décima: Variaciones a las Obras, lo siguiente:

El Concedente podrá solicitar por escrito al Concesionario la ejecución de variaciones a la Obra o la realización de trabajos adicionales no considerados en el presupuesto aprobado. No se incluyen en este supuesto las variaciones de metrados, las mismas que son consideradas aceptadas por el Concedente por el hecho de haber sido ejecutadas y corroboradas por el Supervisor de Obra y que estarán incluidas en la valorización que presente el Concesionario. (Contrato de concesión, 2005, p.24).

Por otro lado, en la Cláusula Décimo Segunda: Aplicación del Contrato de Concesión del Acta de Acuerdo se indica: "Las partes acuerdan aplicar las mismas reglas del Contrato de Concesión en forma supletoria". (Contrato de Concesión, 2005, p.48).

En el Contrato de Concesión, respecto del Mecanismo de Reajuste de Metrados, se tienen las siguientes Cláusulas:

- Cláusula 6.4.A.: Componente para reconocer y compensar las diferencias en metrados del proyecto referencial en la ejecución de obras (mecanismo de reajuste de metrados). (Contrato de Concesión ,2005).
- Cláusula 6.4.A. 1: Durante la realización de las obras, se evidencia lo siguiente:
 - Variaciones en metrados, que son consecuencias de las diferencias con el proyecto referencial: Relacionado a trabajos que muestran un aumento o disminución de metrados comparado a los exhibidos en el proyecto referencial, la cual es usado por el postor para considerar en su expediente de variación de metrados ante la entidad.
 - identificación de soluciones técnicas: Se refiere a obras diferentes a las propuestas en el transcurso de la etapa de concurso, debido a que, en la ejecución se replanteo el proyecto dando como resultado nuevas alternativas de solución que reemplazan algunas obras propuestas en el proyecto referencial. Asimismo, estas nuevas alternativas de solución esencialmente presentan un detrimento o economizar en el presupuesto de inversión.

- Diferencias en la partida movimiento de tierras, que admiten la realización de metrados con subpartidas distintas a las del presupuesto del proyecto referencial: En este caso los trabajos son importantes para la realización de las obras. Es decir, cuando el concesionario encuentre subtramos cuyos metrados deberían ajustarse, además se identifican materiales de corte que no corresponden a las características del estudio que se presenta en el proyecto referencial.

Ejecución de subpartidas no contempladas en el proyecto referencial: Cuando el concesionario durante la ejecución del proyecto encuentre subtramos que deberían ser ajustados a los metrados, ya que se deben realizar subpartidas no contempladas en el proyecto referencial. El regulador opina que es forzoso para la realización de las obras; por tanto, dispondrá su ejecución. (Contrato de concesión, 2005, p.39).

- Cláusula 6.4.A. 2: Se pueden dar variaciones en metrados, relacionado al proyecto referencial, reconocidas para una misma subpartida, tanto por parte del concesionario o por el concedente. Estos cambios tienen que sustentarse técnicamente para que el regulador las valore; en ese sentido, se toma en cuenta los precios unitarios reales establecidos en el acta de acuerdos. (Contrato de concesión, 2005, p.40).

Cuando las variaciones netas representan mayores metrados que los del proyecto referencial, el regulador realizará el ajuste al Programa de avance de obra (mencionado en adelante como PAO), por única vez, según el proceso establecido. Del mismo modo, en los casos que se relacionen a sectores inestables, y que para el efecto se precisen de soluciones de ingeniería temporales y/o graduales, las variaciones de metrados que deviene de la implementación de dichas soluciones planteadas, no debe verse como cambios al Expediente Técnico ni al Proyecto de ingeniería de detalle (ahora en adelante se menciona: PID) aprobado, serán acumulativas y reconocidas por el regulador cuando lo requiera el concesionario, hasta obtener una mínima estabilización y seguridad a la infraestructura vial y a los usuarios. (Contrato de concesión, 2005, p.41).

- Cláusula 6.4.A. 5: Si el concesionario encuentra subtramos donde debe haber ajustes de metrados; ya que, se deben ejecutar subpartidas no contempladas

en el proyecto referencial y si el regulador considera necesarias para llevar a cabo las obras, dispondrá su ejecución. (Contrato de concesión, 2005, p.42).

En relación a los sectores inestables cuya estabilización es necesario para la cual se solicita de soluciones de ingeniería temporales y/o graduales, en este caso las variaciones de metrados; como consecuencia, de la implementación de dichas soluciones a efectuarse desde que se inician las obras, no debe considerarse como modificación al Expediente Técnico ni al PID aprobado, serán acumulativas y reconocidas por el regulador cuando así lo requiere el Concesionario. En ese sentido, se busca encontrar un nivel mínimo de estabilización que otorgue la seguridad a la infraestructura vial y a los usuarios. (Contrato de concesión, 2005, p.43).

Por lo tanto, se valoriza el subtramo sujeto a variación, con los nuevos metrados y nuevas Subpartidas presupuestales, respecto al subtramo indicado. Los precios unitarios para las nuevas Subpartidas presupuestales propuestas por el concesionario, se definen mutuamente entre el concesionario y el concedente. (Contrato de Concesión,2005).

- Cláusula 6.4.A.6: Para los casos indicados en las cláusulas 6.4.A.2 a 6.4.A.5, debe tener la opinión favorable del regulador, teniendo en cuenta a la vez el criterio técnico del supervisor de obra y la postura de cada una de las partes si así lo precisan, debiendo pronunciarse en un periodo de tiempo máximo de diez (10) días después del requerimiento. (Contrato de concesión, 2005, p.43).

Referente a los sectores inestables para cuya estabilidad se logrará con soluciones de ingeniería temporales y/o graduales, en cuanto a las variaciones de metrados de las subpartidas nuevas producto de la realización de las soluciones; al respecto, se menciona que éstas no atañen a la modificación al expediente técnico ni al PID aprobado; sino que son acumulativas y reconocidas por el regulador en tanto y en cuanto lo requiera el concesionario. Teniendo la premisa de obtener un nivel mínimo de estabilización que le brinde la seguridad a la infraestructura vial y a los usuarios. (Contrato de concesión,2005, p.44).

En consecuencia, en proceso de la realización de las obras, el concesionario debe brindar las simplicidades del caso; en ese sentido, se va facilitar al regulador, acervo necesario para llevar a cabo una supervisión a detalle.

Por último, si alguna de las partes no se manifiesta conforme a la decisión del regulador, se someterá a la decisión de un perito en forma definitiva, el mismo que debe ser nombrado por el Colegio de Ingenieros del Perú. Este perito, no debe de haber prestado servicios en los últimos dos años para el concedente o el concesionario. Asimismo, la remuneración del perito tiene que ser costado por el solicitante. (Contrato de Concesión,2005).

2.1.4. Ley de la Contratación Pública

2.1.4.1 Definición. Implementar normas para guiar con el objetivo de darle más valor a los recursos públicos que se invierten, fomentando la acción con la óptica de administración por resultados en las contrataciones de bienes, servicios y obras. En ese sentido, se busca las mejores ofertas de precio y calidad que permitan tener trascendencia positiva en los menesteres diarios de los ciudadanos (Ley N° 30225. 2019, p.2)

La presente norma no se utiliza en los siguientes casos:

- Contratos bancarios y financieros que provienen de un servicio financiero.
- Las contrataciones que realicen los órganos del servicio exterior de la República.
- Las contrataciones ejecutadas de acuerdo con las exigencias y procesos específicos de una organización internacional.
- Las asociaciones públicas privadas y proyectos en activos regulados en el Decreto Legislativo N° 1224 y N° 674. (Ley N° 30225, 2019, p.3).

2.1.4.2 *Adicionales y reducciones*. El representante de la entidad puede disponer de prestaciones de adicionales o reducciones hasta el 25% del monto del contrato original, siempre que estas sean menester para conseguir el objetivo del contrato. Respecto a los adicionales corresponde al contratista aumentar de manera proporcional las garantías que otorgó inicialmente y en las reducciones se solicita pedir el detrimento en la misma razón. (Ley N° 30225, 2019).

2.1.5. Gestión de riesgo

La gestión de los riesgos del proyecto implica los procedimientos de preparación de la administración, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y seguimiento de los riesgos de un proyecto.

2.1.5.1 Riesgo general del Proyecto. El riesgo general del proyecto deriva de la inseguridad que representa el proyecto en su conjunto. Esto expone a riesgos individuales y a la variación en el resultado del proyecto, tanto positivas como negativas. El riesgo general a menudo depende de la complejidad, la ambigüedad y la volatilidad. Las respuestas al riesgo general del proyecto son las mismas que para las amenazas y oportunidades individuales, aunque las respuestas se aplican al proyecto en general y no a un evento específico. Si el riesgo general en el proyecto es demasiado alto, la organización puede optar por cancelar el mismo. (Project Management Institute, 2017, p.423).

2.1.5.2 Importancia de la identificación de riesgos. Los riesgos están presentes en diversos contextos de las organizaciones, así como también en planes, proyectos y en la producción. En el caso de los proyectos, el riesgo podría llegar a influenciar en mayor o menor medida a los potenciales beneficios que se esperan obtener y al valor inherente de la cartera de trabajo a la que pertenece, pudiendo también tener repercusión en los objetivos trazados. Muchas empresas han entendido que es imperativa la valorización constante de riesgos para facilitar el diseño de la planificación general, pues esta iniciativa resulta más económica que poner en marcha acciones correctivas una vez se concretan las contingencias. (Project Management Institute, 2017).

Los integrantes de los proyectos deben permanecer alertas en todo momento para posibilitar la detección de los riesgos que podrían afectar el alcance de las metas propuestas, principalmente a través de la disminución de los perjuicios derivados de las amenazas y el aprovechamiento óptimo de las oportunidades, puesto que de estos dos últimos factores dependen las diferentes estrategias que serán ejecutadas para revertir cualquier perjuicio sufrido. Para manejar el riesgo de manera apropiada, los miembros del grupo a cargo del proyecto deben conocer a ciencia cierta cuánta exposición al riesgo resulta

prudente sin llegar a comprometer los objetivos organizacionales. Esta valorización, también conocida como definición de umbrales de riesgo, debe ser establecida por los participantes de mayor jerarquía dentro de la empresa y las partes involucradas en el proyecto. (Project Management Institute 2017).

2.1.5.3 Optimizar la respuesta al riesgo. Los riesgos son acontecimientos hipotéticos, cuya materialización podría impactar favorablemente o desfavorablemente en los objetivos propuestos. Por esta razón, los individuos encargados de los proyectos se preocupan por monitorizar permanentemente todas las variables identificadas y latentes que pueden influenciar positiva o negativamente en el planteamiento inicial. Su tarea es mejorar en gran medida las posibilidades de que surjan oportunidades por aprovechar y se reduzcan las amenazas que puedan perjudicar el programa. Los riesgos beneficiosos (oportunidades) tienen la posibilidad de mejorar los tiempos de respuesta, disminuir costos, mejorar el rendimiento, obtener un posicionamiento más competitivo o ampliar el prestigio de la compañía. Por otra parte, los riesgos perniciosos (amenazas) podrían generar aumentos de costos, problemas en las cadenas de ensamblaje, disminución del desempeño, demoras y daños a la fama de la empresa.

Asimismo, los grupos de trabajo no solo se encargan de estudiar los riesgos particulares del proyecto de forma individual, sino que también deben analizar el entorno a profundidad incorporando los posibles orígenes de incertidumbre que condicionan el contexto en el que se desarrolla el proyecto, de tal manera que se puedan sintetizar los efectos beneficiosos o perjudiciales que tendrían los cambios en las condiciones para cada parte involucrada. La administración conjunta del riesgo de un proyecto implica conservar los niveles de peligro dentro de unos términos tolerables por medio de la disminución de los potenciadores de amenazas, el impulso de las fuentes que podrían aportar oportunidades tangibles y la extinción de cualquier elemento nocivo que pudiese impedir la consecución de los objetivos formulados. (Project Management Institute 2017).

Los participantes del grupo de trabajo deben permanecer en contacto con los involucrados en el proyecto para conocer con más detalle sus opiniones en

torno a los niveles de riesgo de las operaciones y su tolerancia con respecto al mismo factor. En este sentido, resulta indispensable saber el apetito por el riesgo de cada implicado; esto se refiere a la medida de riesgo que se está dispuesto a enfrentar ante la promesa futura de la obtención de un beneficio. De la misma manera, también resulta de gran importancia el conocimiento del umbral de riesgo, es decir, el nivel de alteración admisible ante un objetivo, el cual también determina colateralmente el apetito por el riesgo de los implicados. Ambos términos están estrechamente ligados, pues el umbral de riesgo revela el apetito por el riesgo frente a un posible beneficio. Si, por ejemplo, se establece un umbral de riesgo de $\pm 15\%$ como límite ante la posible consecución de un objetivo, este demuestra menos apetito por el riesgo que un umbral de $\pm 20\%$. Estos factores permiten conocer cómo se gestiona el riesgo en un proyecto específico.

Las estrategias efectivas planteadas para enfrentar el riesgo facilitan la disminución de las amenazas específicas y conjuntas, además de incrementar las oportunidades específicas y conjuntas, por lo que los grupos de trabajo involucrados en los proyectos deben diseñar tácticas de riesgo fundamentadas en las siguientes particularidades: (a) apropiadas y pertinentes de acuerdo a la magnitud del riesgo; (b) económicamente accesibles; (c) apegadas a la realidad del entorno y a los objetivos trazados; (d) acordes con los lineamientos de todas las partes involucradas; y (e) asignando responsabilidades precisas con respecto al encargado de cada fase. (Project Management Institute 2017).

2.1.5.4 Estrategias para gestionar las amenazas. A continuación, se especifican algunas estrategias que pueden ejecutarse para disminuir el impacto de las amenazas inherentes a un proyecto según el Project Management Institute (2017):

- Evitar: se refiere al caso en que el grupo de trabajo del proyecto sortea los peligros que surgen para resguardar al proyecto de posibles perjuicios.
- Escalar: es una táctica adecuada para ser implementada cuando el equipo encargado de la gestión de riesgo estima que un peligro se encuentra por encima de los límites del proyecto o que la resolución del mismo pondría en duda la supremacía del jefe del proyecto.

- Transferir: consiste en la transmisión de la pertenencia de un riesgo a otro individuo o empresa para que sea quien lidie con sus posibles repercusiones en caso de que se concrete la amenaza.
- Mitigar: implica el diseño y ejecución de medidas concisas para disminuir la posibilidad de que se materialice una amenaza o para aplacar las consecuencias procedentes de la misma. La aplicación temprana de esta táctica normalmente es más efectiva y económica que hacer frente a los perjuicios originados por la concreción de la amenaza.
- Aceptar: se basa en admitir que existe un peligro latente, pero no implica la puesta en marcha de una respuesta inmediata para resolver el problema. No obstante, suele incluir la planificación de acciones que podrían ejecutarse si se materializa la amenaza, aunque también puede darse el caso de que se acuerde continuar las operaciones sin tomar medidas al respecto.

La aplicación de una de estas estrategias para enfrentar una amenaza particular no imposibilita la aplicación de otras de forma conjunta. En algunos casos, por ejemplo, si se constata que una amenaza no puede ser evitada, podría optarse por mitigar sus consecuencias hasta el grado en el que sea posible transferirla o, en el peor de los casos, aceptarla. El propósito de poner en marcha estrategias frente a amenazas es disminuir la magnitud de los impactos negativos que repercutirían en el proyecto o en las partes involucradas. Aquellos riesgos que se deciden aceptar muchas veces terminan diluyéndose por efectos del tiempo o porque la amenaza no llega a materializarse.

2.1.5.5 Estrategias para gestionar las oportunidades. Las estrategias que pueden implementarse para aprovechar las oportunidades del entorno, son las siguientes según el Project Management Institute (2017):

- Explotar: táctica en la que el equipo de riesgo toma las medidas necesarias para asegurar que surjan oportunidades.
- Escalar: sucede lo mismo que con la estrategia que lleva el mismo nombre como respuesta a las amenazas; es decir, se implementa cuando el equipo encargado de la gestión de riesgo estima que una oportunidad se encuentra por encima de los límites del proyecto o que la resolución de la misma pondría en duda la supremacía del jefe del proyecto.

- **Compartir:** consiste en ceder a otra persona o empresa la posesión de una oportunidad, en vista de que en ese momento la empresa que concede no está en posición de sacar el máximo provecho posible de la ocasión.
- **Mejorar:** implica que el equipo de riesgo del proyecto implemente acciones para incrementar la posibilidad de que se materialice una oportunidad o sus beneficios inherentes. La aplicación temprana de esta táctica normalmente es más efectiva porque facilita la ocurrencia de una oportunidad y maximiza sus posibles beneficios derivados.
- **Admitir:** sucede lo mismo que con la estrategia que lleva el mismo nombre como respuesta a las amenazas; es decir, se basa en admitir que existe una oportunidad latente, pero no implica la puesta en marcha de una respuesta inmediata para aprovecharla.

Luego de que se han establecido las estrategias más apropiadas para enfrentar los riesgos identificados, resulta imperativo que se analice si esas estrategias han añadido riesgos colaterales. También es importante que se estudien los riesgos excedentes que sobreviven a la ejecución de las tácticas propuestas. Es importante que se tomen las medidas apropiadas para reducir el riesgo excedente hasta que coincida con el apetito de riesgo de la empresa.

2.1.5.6 Revisión de riesgos. Determinar la frecuencia con la que se comprueban los riesgos y se incentiva una retroalimentación que incluya a las partes involucradas en el proyecto para valorar la manera en que se ha gestionado el riesgo y evaluar la vigencia de las estrategias pautadas para responder a amenazas y oportunidades. Se necesita la concertación constante de reuniones entre los miembros del equipo de riesgo para detectar oportunidades y amenazas latentes. Resulta imperativo que se redacten documentos detallados donde se establezcan los factores que obstruyen o entorpecen las operaciones, constituyendo una evidente amenaza, además de los elementos de desarrollo y progreso que facilitan la identificación de oportunidades en el entorno que podrían llegar a fructificarse.

Dentro de los procedimientos con los que pueden salir a flote oportunidades y amenazas durante la valoración de un proyecto destacan el aumento constante de las unidades de producto que se ofertan, los bosquejos

transitorios y los ensayos de razonamiento (Project Management Institute, 2017). Es durante este tipo de ensayos y verificaciones de planteamiento con los que se pueden detectar a tiempo riesgos relativos a la inconformidad de los individuos involucrados, de tal manera que se pueda proceder a enmendar errores y unificar criterios. Cabe destacar la importancia de las retroalimentaciones conjuntas entre el equipo de riesgo y los interesados en el proyecto, pues representan una oportunidad invaluable para que estos últimos comuniquen las secciones sensibles de las que depende el éxito del plan.

Afrontar la incertidumbre inherente al riesgo en las reuniones entre el equipo del proyecto y las otras partes involucradas permite que la administración de las amenazas y oportunidades identificadas sea eficiente, pues se pueden detectar cambios sensibles en los mismos y proponer soluciones acordes con los intereses conjuntos. Resulta importante que se reflexione sobre el comportamiento del riesgo, de las estrategias de respuesta y del equipo para garantizar el aumento del rendimiento, la unión entre los miembros del grupo y la solución de inconvenientes que frenen el avance. (Project Management Institute, 2017).

2.1.5.7 Registros. Los registros sirven para mantener apuntados los detalles más resaltantes sobre el progreso de un proyecto con el paso del tiempo, por lo que resulta indispensable que se actualicen constantemente. También se pueden utilizar los términos de anotaciones o anotaciones de riesgo para hacer referencia al mismo proceso. Según el Project Management Institute (2017) los registros más comunes y significativos para contribuir con los proyectos son:

- La cartera ajustada de riesgo, donde se recopilan apuntes sobre las estrategias o respuestas propuestas para afrontar oportunidades y amenazas previamente identificadas.
- Registro de riesgo, en el que se compilan los pormenores de los resultados de las acciones planteadas para administrar la incertidumbre inherente a los riesgos detectados. En este documento se pueden encontrar los detalles personales de los miembros encargados de gestionar cada proceso, la posibilidad de que se materialice el riesgo, los beneficios o perjuicios derivados, la valorización del nivel de contingencia, las estrategias para enfrentar la

concreción y cualquier otro dato que facilite el entendimiento de las implicaciones de cada fuente de riesgo.

2.1.5.8 Plan de dirección de riesgos. Constituye una parte elemental de la planificación de dirección de un proyecto o portafolio de clientes en el que se explica la manera en que están ordenadas y cómo se ejecutarán las operaciones diseñadas para manejar los riesgos. (Project Management Institute, 2017).

2.2 MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se presenta algunas definiciones de términos

- **Aceptación de riesgos:** Una estrategia de reacción al riesgo mediante la cual el equipo del proyecto decide identificar el riesgo y no interviene alguna acción a menos que suceda el riesgo.
- **Amenaza:** Una amenaza es un suceso o hecho que, si sucede, presenta un efecto negativo en uno o más objetos.
- **Concedente:** Es el Estado de la República del Perú, que actúa representado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
- **Concesionario:** Es la persona jurídica constituida por el Adjudicatario que suscribe el Contrato de Concesión con el Concedente.
- **Contrato de concesión:** Es el documento legal que incluye sus anexos, apéndices, celebrado entre el Concedente y el Concesionario, el mismo que rige las relaciones entre las Partes.
- **Escalada de riesgos:** Una estrategia de respuesta al riesgo mediante la cual el equipo identifica que un riesgo está fuera de su entorno de influencia y cambia la propiedad del riesgo a un alcance superior de la organización donde se administra con mayor eficacia.
- **Equilibrio estricto:** Significa carencia de margen respecto a la estabilidad. Es decir, resulta del hecho de haber llegado a la conclusión de que el Factor de Seguridad está en torno a 1. Se precisa que tanto las fuerzas de deslizamiento y de sujeción se encuentran en la misma proporción y, por lo tanto, es igual de probabilidad que se suceda un deslizamiento como que no.
- **Expediente técnico:** es la Propuesta Técnica que presentó el Postor que resultó favorecido con la buena pro del Concurso, aprobada por PRO INVERSIÓN.

- Guijarros: Piedra pequeña y redondeada a causa de la erosión que se encuentra generalmente a orillas de ríos.
- Oportunidad: Es un suceso que, si ocurre, tiene un efecto positivo en uno o más objetos del proyecto. Un caso de una oportunidad puede ser un subcontratista basado en tiempo y materiales que termina el trabajo antes de plazo, lo que beneficia en costos más bajos y ahorros en el cronograma.
- Partes: son conjuntamente el concesionario y concedente.
- Plan: Es una planificación para obtener un fin. Los equipos de proyecto ejecutan planes para aspectos individuales de un proyecto y/o combinan toda esa documentación en una planificación general de administración de proyectos.
- Plan de gestión de riesgos: Un elemento del plan de gestión del proyecto, programa o cartera que precisa cómo se estructurarán y realizarán las actividades de gestión de riesgos.
- Presupuesto de proyecto referencial: Es el presupuesto que resulta de multiplicación de los metrados del proyecto referencial por los precios unitarios referenciales, a cuya suma se coloca los gastos generales y utilidades referenciales.
- Proyecto de Ingeniería de Detalle (PID): Es el Proyecto que se presenta como propuesta al Concedente, lo cual contiene los estudios técnicos referentes al proyecto que se va a ejecutar.
- Proyecto referencial: Es el Proyecto que considera únicamente las Obras referidas en los términos de referencia indicados en el Anexo VIII del Contrato de Concesión.
- Puntos negros de tráfico: Es una curva mal diseñada; un espacio con escasa iluminación; una vía con señalización inadecuada por exceso o por defecto; con el firme deteriorado, obstáculos inesperados, arcenes insuficientes, cruces peligrosos y sin visibilidad.
- Registro de riesgo: Un repositorio en el que se registran los resultados de los procesos de gestión de riesgos.
- Revisión de riesgos: El proceso de analizar el estado de los riesgos existentes e identificar nuevos riesgos.
- Regulador: es el Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público - OSITRAN, de acuerdo a lo que dispone la Ley N° 26917.

- **Riesgo:** Un suceso o hecho incierta que, si ocurre, tiene un impacto tanto positivo o negativo en uno o más objetos del proyecto. Los riesgos son un aspecto de la incertidumbre.
- **Roca competente:** presentan poca plasticidad y alcanzan el límite de rotura sin haber llegado a sufrir una deformación plástica significativa.
- **Subpartidas:** Descripción de las actividades indicadas en el presupuesto del estudio de factibilidad relacionadas a la ejecución de las Obras.
- **Umbral de riesgo:** La medida de variación aceptable en torno a un objetivo que refleja el apetito por el riesgo de la organización y las partes interesadas.

CAPÍTULO III: PROBLEMÁTICA DE LOS SECTORES CRÍTICOS QUE ORIGINAN CAMBIOS AL PROYECTO, ASÍ COMO SUS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

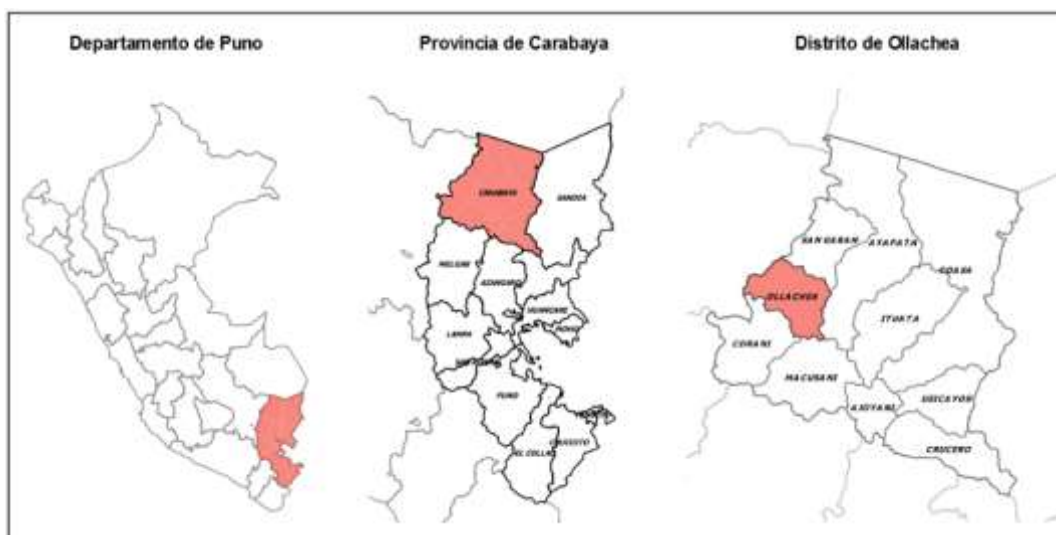
3.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Para definir la ubicación del proyecto se indican las siguientes características:

- Carretera : Corredor vial interoceánico sur.
- Tramo : Tramo N°4 Azángaro – Puente Inambari.
- Kilometraje : km 239+290 al km 241+800
- Departamento : Puno
- Provincia : Carabaya
- Distrito : Ollachea
- Altitud : 2300 – 2500 msnm

En la Figura N° 3, se indica que, en el distrito de Ollachea, provincia de Carabaya y en el departamento de Puno, se encuentra ubicado el proyecto de la presente tesis.

Figura N° 3 Ubicación del proyecto

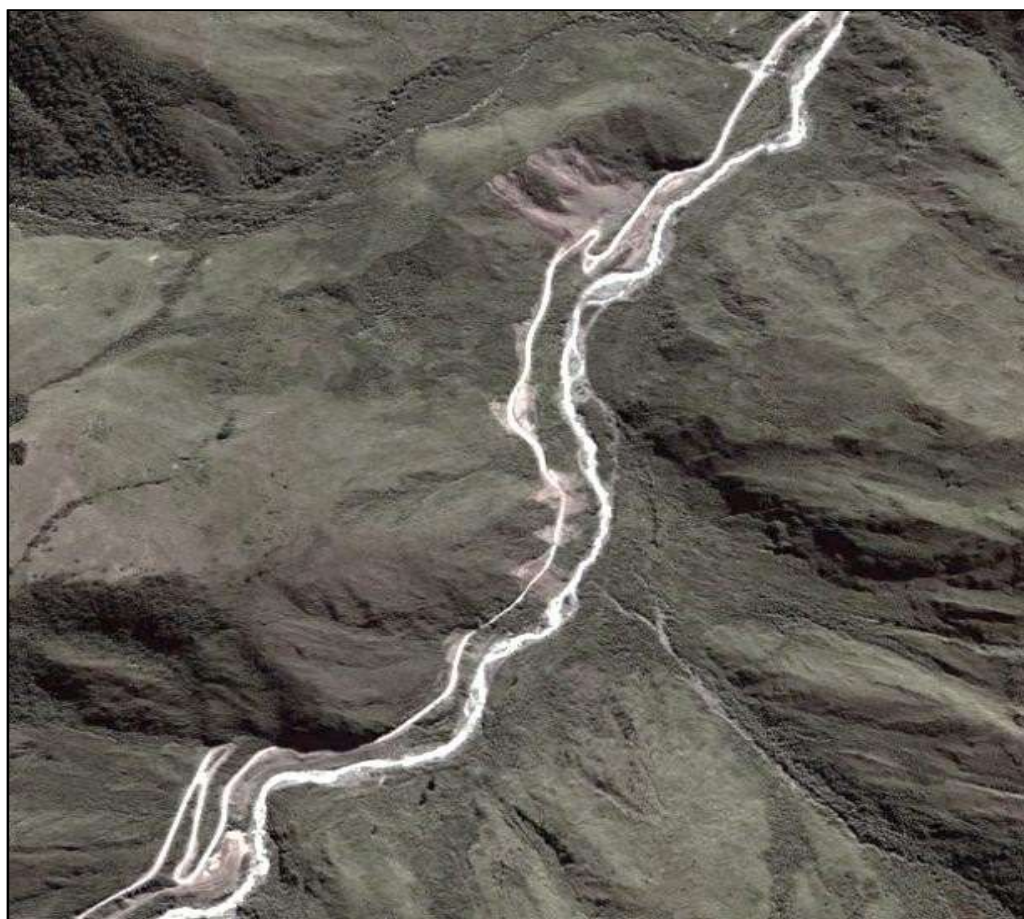


Fuente: Elaboración propia

3.2 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO Y LOS SECTORES CRÍTICOS

El estudio se enfoca en el tramo 4 de la carretera interoceánica desde la progresiva 240+290 hasta la progresiva 241+800, caracterizado por una zona con taludes laterales empinados en el valle del Rio San Gabán. El corredor vial se ubica a lo largo de la margen izquierda del mismo río, como se aprecia en la Figura N° 4, la cual ya muestra la presencia de algunos fenómenos de deslizamiento que afectaron la obra, como por ejemplo un fenómeno que había afectado la construcción de la carretera en el año 2010. Como medida de seguridad para la red vial se realizó un dique de contención y una plataforma de relleno.

Figura N° 4 Imagen satelital del abril 2010 del tramo entre los Km 240+290-241+800

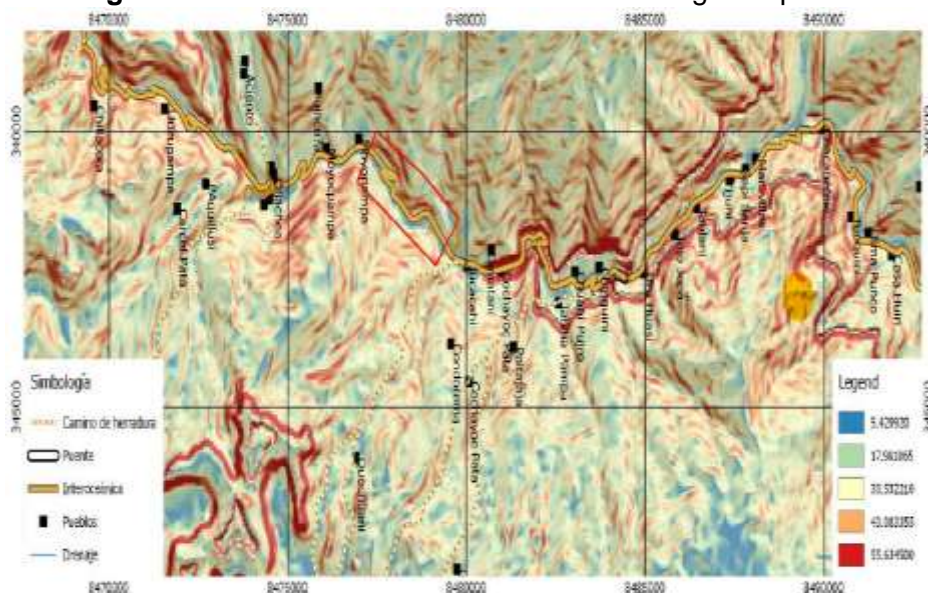


Fuente: Elaboración propia

En el año 2012, la carretera fue afectada por un nuevo y gran deslizamiento ubicado en la parte inicial y media del tramo en estudio. El derrumbe causó la interrupción de unos 450 metros de camino por caída de bloques y guijarros que llegaron hasta el cauce del río San Gabán y, lamentablemente, también provocaron la pérdida de vidas humanas. La solución provisional para el tránsito, fue la construcción de una nueva vía a lo largo de la margen derecha, para alejar el tránsito de los vehículos del sector crítico. En las zonas de cruce con el río San Gabán se realizaron dos puentes que unen dicha vía a los tramos no afectados de la carretera de la margen izquierda. Sin embargo, esta solución no garantiza la transitabilidad continua de los usuarios en condiciones de seguridad. Debido a que, los deslizamientos de material desde la parte superior de los taludes de los sectores críticos continúan.

El área del proyecto se encuentra dentro de una unidad geomorfológica conocida como Faja Subandina, zona de transición entre la cordillera de los Andes y la llanura Amazónica que se caracteriza por tener un relieve muy accidentado con valles profundos en forma de V y laderas empinadas que llegan a superar los 55° como se puede ver en la Figura N° 5.

Figura N° 5 Pendientes con más 55° en la margen izquierda



Fuente: Elaboración propia

Dicha unidad geomorfológica es principalmente producto de la acción geológica de ríos y quebradas sobre rocas del Paleozoico (Formación Sandia) y de la dinámica de laderas que movilizan suelos y/o rocas de las laderas de los cerros. Asimismo, la acción geológica de los principales agentes, responsables de la morfología del terreno, está reflejada en geoformas que han sido observadas en el área del proyecto como: terrazas, conos de derrubio, abanicos de huaycos, movimiento en masa.

En los sectores críticos del presente estudio presentan las siguientes condiciones geomorfológicas:

- Conos de derrubios. - Son acumulaciones de rocas que se han desprendido o caído de la ladera de los cerros. Estos conos se han identificado en diferentes zonas del proyecto; asimismo, en su manifestación más importante dichos conos son los que bloquearon la carretera en el 2012 llegando incluso a alcanzar el río San Gabán como se observa en la Figura N° 6, la cual un cono de derrubios que bloqueó la carretera principal y llegó a invadir el cauce del río San Gabán.

Figura N° 6 Cono de derrubios que bloqueó la carretera principal



Fuente: Elaboración propia

- Abanicos de Huaycos. - Son depósitos de material detrítico que se acumula principalmente en la desembocadura de quebradas, sectores donde hay una importante disminución de la pendiente.

Estas geoformas han sido identificadas en dos quebradas: ubicada aproximadamente entre las progresivas Km 240+290 y Km 241+800, como se aprecia en la Figura N° 7, la cual se observa un abanico formado por la constante acumulación de material detrítico transportado por los huaycos

Figura N° 7 Abanico formado por material detrítico



Fuente: Elaboración propia

- **Movimiento en masa.** - Son masas de suelo y/o roca que se han movido o desprendido del talud a través de una superficie de rotura o de debilidad. En la parte alta están delimitados por una escarpa cóncava que se extiende hasta los flancos y en la parte baja se caracteriza por ser la zona de acumulación de material. En ese sentido, en la zona del proyecto se han identificado un movimiento en masa como se aprecia en la Figura N°8, la cual es el deslizamiento a la altura de la progresiva 241+500 del desvío provisional. Note que en la parte superior está delimitado por una escarpa cóncava que se extiende hasta los hastiales.

Figura N° 8 Deslizamiento a la altura de la progresiva 241+500



Fuente: Elaboración propia

Entre otros peligros geológicos que en menor medida ocurren en el área del proyecto y sus alrededores son:

- Erosión de laderas
- Inundaciones
- Erosión fluvial.

Esta situación motiva la necesidad de proyectar una solución de ingeniería definitiva la cual resuelva los problemas antes mencionados y garantice el paso de los usuarios / vehículos de manera continua y fluida evitando de esta manera cruzar tramos inestables con riesgos de accidentes por las caídas de rocas y deslizamientos.

3.3 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Para lograr este objetivo, se considera todos los criterios técnicos, económicos, ambientales y de seguridad, con el objetivo de no alterar las características geomorfológicas del paisaje montañoso de origen y de desarrollar un proyecto funcional, seguro, cómodo y estético.

3.3.1 Alternativa Túnel

Un túnel es una obra singular y se diferencia de los diseños estructurales habituales, por producirse en formaciones geológicas caracterizadas en general por su heterogeneidad y anisotropía, cuyo conocimiento previo resulta en la práctica, siempre limitado. Para la implementación del túnel, se han tomado en cuenta las siguientes consideraciones:

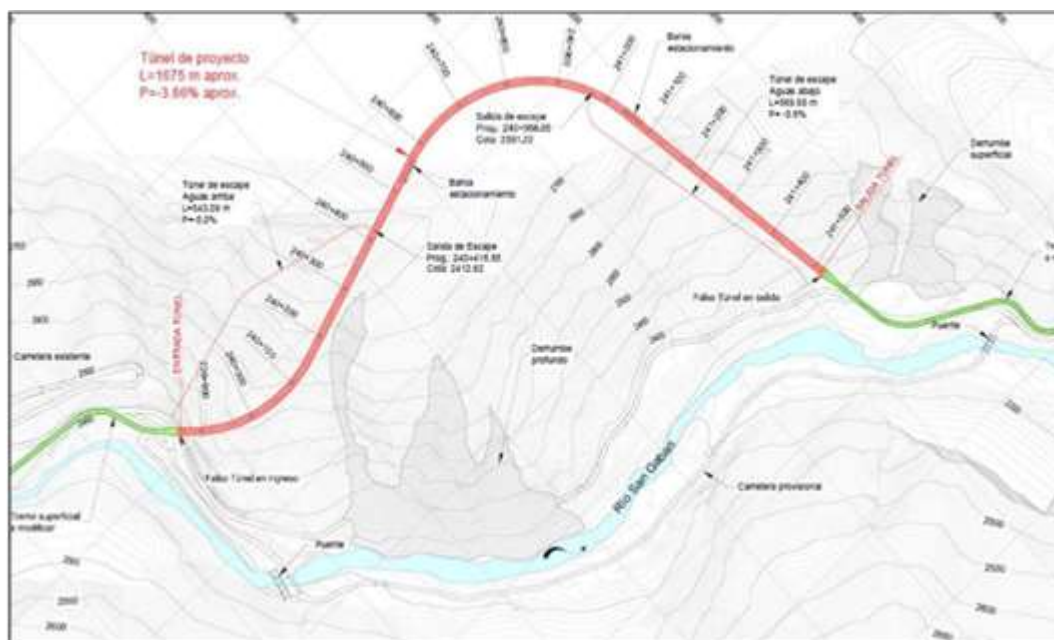
- Evaluación geológica y geotécnica del sector a atravesar con carretera y túnel.
- Aspecto técnico y ambiental entre la posibilidad de un gran corte de talud y un pequeño orificio en la montaña.
- La seguridad que ofrece el túnel ante una carretera con taludes inestables muy altos. (Lombardi, 2016, p 52).

La solución proyectada prevé la modificación de la carretera existente, debido al portal de entrada y salida, en una longitud de 561 m y 849 m, respectivamente. Estos tramos en superficie siguen en buena parte la carretera existente, pero implican la ejecución de obras complementarias que permitan alcanzar una pendiente apropiada y una seguridad óptima, tales como las que se mencionan a continuación:

- Cortes pequeños y rellenos mínimos al modificar la carretera en el tramo de entrada al túnel.
- Ejecución de rellenos importantes para obtener pendientes apropiadas al modificar la carretera desde la salida del túnel hasta alcanzar el empalme con la carretera existente. Este relleno puede alcanzar hasta los 20 m de altura por lo que será necesario considerar algún sistema de contención (gaviones, muros, tierra armada, etc.) en los tramos donde no se admita el talud natural del relleno (proximidad al río o a taludes pronunciados).
- Demolición de alcantarilla de aproximadamente 50m y construcción de un nuevo puente en la zona del “Badén Sayapía”; debido a que, se deben adaptar los niveles de la vía a una pendiente apropiada hasta alcanzar el empalme con la carretera existente. En este caso, el punto de empalme se ubica luego de la alcantarilla existente mencionada.

Respecto a la ejecución del túnel, este proceso implica excavaciones a través de rocas a diferentes estados de conservación (roca de buena a baja calidad), por lo que se han propuesto distintas secciones de excavación acordes a estos materiales. Cabe señalar que la distribución geométrica de las secciones ha sido realizada en relación a los lineamientos indicados en el Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2013. De igual manera, cabe resaltar que, se implementan los sistemas de drenaje superficiales y subterráneos para el control de escurrimiento de las aguas. La alternativa de solución subterránea (túnel como se aprecia en la Figura N° 9, por la margen izquierda es la más adecuada en términos de seguridad; sin embargo, resulta muy costosa tal como se observa en la Tabla N° 1. Es importante señalar que el Proyecto de la alternativa del Túnel iba estar ubicado su portal de entrada en la Km 239+780 y su portal de salida en el Km 241+850.

Figura N° 9 Planimetría del túnel proyectado como solución para el sector crítico



Fuente: Elaboración propia

3.3.1.1 Caracterización Geotécnica. El macizo rocoso presente a lo largo del túnel en la margen izquierda se define teniendo en cuenta todos los datos de las investigaciones ejecutadas en el proyecto. Para el cálculo de los parámetros de resistencia y deformabilidad se utiliza fórmulas asociadas al Geological Strength Index de Hoek (2002), que considera una cobertura referencial del túnel de 450m y se aplica un factor de perturbación D igual a 0. En el Anexo I, se indican los intervalos relativos a los valores referenciales de GSI respecto a las unidades rocosas (caracterización geotécnica).

En el estudio se presenta cinco clases geotécnicas las cuales son:

- a) Clase 1: Roca muy poco fracturada. - consiste de macizos de meta-arenisca no meteorizada, firme, con 2 familias de discontinuidades de espaciamiento largo y superficies cerradas. El valor de referencia para el índice GSI es de 75, se denomina la roca como “Muy Buena”.
- b) Clase 2: Roca poco fracturada. - consiste de macizos de meta-arenisca poco fracturada y no meteorizada, con 2-3 familias de discontinuidades de espaciamiento medio y superficies cerradas a abiertas. El valor de referencia para el índice GSI es de 60, se denomina la roca como “Buena”.
- c) Clase 3: Roca fracturada. - consiste de macizos de meta-arenisca sujetos a fracturación con meteorización baja, generalmente con 3 familias de discontinuidades. El valor de referencia para el índice GSI es de 40, se denomina la roca como “Mala”.
- d) Clase 4: Roca muy fracturada. - consiste de macizos de meta-arenisca muy fracturados con meteorización media, con 3 familias de discontinuidades más algunas aleatorias con espaciamientos bajos y recurrencia elevada, con superficies poco rugosas, a veces abiertas o rellenas de fragmentos y material fino. El valor de referencia para el índice GSI es de 35, se denomina la roca como “Muy Mala”.
- e) Clase 5: Roca extremadamente fracturada (zona de falla). - consiste de macizos de meta-arenisca extremadamente fracturados y que comprenden también zonas de falla. La meteorización es de media a elevada. El valor de referencia para el índice GSI es de 20, se denomina la roca entre “Extremadamente Mala” y “Muy Mala”.

3.3.1.2 *Diseño del Túnel.* El diseño se realiza en base a las secciones geométricas del túnel, a la geología de la zona y a los materiales disponibles para el proyecto, que considera los criterios de diseño establecidos en la normativa de túneles del MTC y las buenas prácticas de la ingeniería subterránea. Asimismo, el análisis se desarrolla con el objeto de definir el sistema de sostenimiento para el túnel más adecuado y eficiente tanto en términos técnicos como económicos. En el diseño del túnel se contempla el desarrollo de 5 tipos de secciones definidas en base a las diferentes características de la geología que se presentan a lo largo del trazado del túnel. Dichas secciones se describen a continuación:

- a) Sección tipo A1.- Se aplica en tramos que presenten macizos rocosos muy poco fracturados (Clase 1, Ver Anexo I). Además, el sistema de sostenimiento de esta sección está compuesto por los siguientes elementos que son ejecutados en el orden en que se presentan:
- Capa de shotcrete de 0.05m de espesor, reforzado con fibras metálicas
 - Anclajes pasivos de 6m separados intercaladamente en distancias de 1.50 x 1.50 m.
 - Capa de shotcrete de 0.10m de espesor, reforzado con fibras metálicas
 - Capa de shotcrete sin fibras de 0.05m de espesor sobre una malla electrosoldada.
- b) Sección tipo A2.- Se aplica para zonas poco fracturadas (Clase 2, Ver Anexo I). Además, se listan en orden de ejecución, los distintos componentes que forman el sistema de sostenimiento:
- Capa de shotcrete de 0.05m de espesor, reforzado con fibras metálicas
 - Anclajes pasivos de 6m separados intercaladamente en distancias de 1.20 x 1.20 m
 - Capa de shotcrete de 0.10m de espesor, reforzado con fibras metálicas
 - Capa de shotcrete sin fibras de 0.05m de espesor sobre una malla electrosoldada.
- Sección tipo B1.- Se aplica al atravesar rocas fracturadas (Clase 3, Ver Anexo I). Además, esta sección requiere el uso de cerchas metálicas en lugar de pernos de anclaje. Así, el sostenimiento de esta sección estaría compuesto como sigue:

- Cerchas metálicas espaciadas cada 0.80m-1.00m.
- Capa de shotcrete de 0.22m de espesor reforzado con fibras metálicas, en el cual quedarán embebidas las cerchas.
- Capa de shotcrete sin fibras de 0.05m de espesor reforzada con malla electrosoldada.

En el Anexo II, se observa el parcelamiento de la excavación.

d) Sección tipo B2.- Se aplica en tramos que presenten macizos de roca muy fracturados (Clase 4, Ver Anexo I). Además, esta sección es muy similar al tipo B1, con la salvedad de que eventualmente será necesaria la realización de inyectados a nivel de cada cercha. Por tanto, la sección B2 presenta los siguientes componentes:

- Capa de shotcrete preventiva de 0.10m de espesor, reforzado con fibras metálicas y malla electrosoldada.
- Cerchas metálicas espaciadas cada 0.50m-0.80m.
- Inyectados en cada cercha (eventuales según las condiciones de obra).
- Capa de shotcrete de 0.25m de espesor reforzado con fibras metálicas, en el cual quedarán embebidas las cerchas.
- Capa de shotcrete sin fibras de 0.05m de espesor reforzada con malla electrosoldada.

e) Sección tipo C.- Se aplica en condiciones geomecánicas muy difíciles como en roca extremadamente fracturada (Clase 5, Ver Anexo I). Además, sobre todo a la entrada y a la salida del túnel, en zonas de baja cobertura, y en correspondencia con zonas de falla. La sección tipo C prevé el pre sostenimiento del contorno de la excavación mediante un conjunto de enfilajes metálicos. Así, la sección tipo C, en orden de ejecución, estará compuesta por los siguientes elementos:

- Micropilotes con tubos de acero 139.7mm de diámetro y 6.3mm de espesor. Estos serán de 12 m de longitud y se instalarán con una inclinación de 8%.
- Capa de shotcrete preventiva de 0.05m de espesor, reforzado con fibras metálicas.
- Cerchas metálicas espaciadas cada 0.75m.
- Capa de shotcrete variable de mínimo 0.25m de espesor reforzado con fibras metálicas y malla electrosoldada.

- Capa de shotcrete sin fibras de 0.05m de espesor reforzada con malla electrosoldada.

En el Anexo II, se observa el parcelamiento de la excavación.

3.3.1.3 Proceso Constructivo del Túnel. La excavación predicha para el túnel en roca es a sección completa y se realiza con voladura de acuerdo a la dureza de la misma. Respecto si las condiciones de la roca sean distintas a las previstas se aplica el método constructivo de sección parcializada que se presenta:

- Calota y Hastiales (Sección Completa):
 - 1) Marcación topográfica en el frente para voladura
 - 2) Perforación del frente
 - 3) Limpieza de los hoyos perforados
 - 4) Carga de explosivos y conexión
 - 5) Voladura y ventilación
 - 6) Limpieza de escombros
 - 7) Desquinche
 - 8) Limpieza manual del piso y desquinche
 - 9) Levantamiento topográfico de la excavación en todo el tramo
 - 10) Aplicación de shotcrete en todo el tramo, primeramente, a los hastiales y después a la bóveda hasta completar el espesor del diseño
- Calota (Sección parcial):
 - 1) Se perforará e instalarán los enfilajes de suelo en casi toda la periferia de la cercha.
 - 2) Se excavará de forma mecanizada sin el uso de explosivos.
 - 3) En el techo de la parte excavada y en la pared frontal de la misma, se debe colocar una capa de shotcrete.
 - 4) Se colocará la cercha metálica.
 - 5) Se colocará la malla electrosoldada.
 - 6) Se aplicará una capa gruesa de shotcrete con fibra de acero
- Hastiales (Sección parcial):
 - 1) Se excavará de forma mecanizada sin el uso de explosivos. Para ello se emplearán equipos hidráulicos(retroexcavadora) que solamente rasgarán

el material, el cual caerá sin mayor esfuerzo.

- 2) Se colocará una capa delgada de shotcrete para prevenir la caída de bloques que ocasionen sobreexcavaciones no deseables.
- 3) Se colocarán dos segmentos correspondientes a las patas de las cerchas uniéndolos a la cercha de la calota por medio de tornillos de sujeción, además de las respectivas barras separadoras que conectan a la cercha anterior contigua.
- 4) Se aplicará totalidad de la capa de shotcrete reforzado con fibra de acero hasta cubrir la totalidad del espesor de la cercha metálica. (Lombardi, 2016, p 72)

3.3.1.4 Presupuesto del Túnel. Para el presente estudio se calcula el presupuesto del proyecto túnel la cual forma parte el túnel cuya longitud de la misma es 1675 m aproximadamente. Asimismo, se considera las obras complementarias (estas se explican en detalle en: 3.3.1. Criterios para la consideración de un túnel). Cabe resaltar que este presupuesto se presentó al Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), como parte de la alternativa de solución.

En la Tabla N° 1, se observa que la partida Túneles presenta la mayor incidencia del presupuesto con: 73.49%. También, la partida de menor incidencia es la Bases y Subbases, con un valor de: 0.03%; del mismo modo, las subpartidas que forma parte la partida Actividades Complementarias son:

- Movilización y desmovilización de equipos
- Estudio de impacto ambiental
- Ingeniería de detalle.

Se indica que el presupuesto que se muestra en la Tabla N°1, se realizó el 5 de febrero de 2016, en Lima. Del mismo modo, el tipo de cambio es igual a 3.4818.

Finalmente, el monto del presupuesto de la alternativa de Túnel es \$49,712,103.70.

Tabla N° 1 Presupuesto a costo directo de la alternativa del túnel

Partidas	Monto (\$)	Incidencia
Obras Preliminares	133,363.74	0.27%
Movimientos de Tierras	4,191,034.03	8.43%
Bases y Subbases	15,869.10	0.03%
Obras de Arte y Drenaje	2,106,559.39	4.24%
Puentes	410,590.00	0.83%
Transporte	1,284,860.05	2.58%
Señalización	116,299.55	0.23%
Protección Ambiental	277,504.73	0.56%
Túneles	36,533,149.78	73.49%
Actividades Complementarias	4,642,873.33	9.34%
Subtotal (Costo Directo)	49,712,103.70	100.00%

Fuente: Elaboración propia

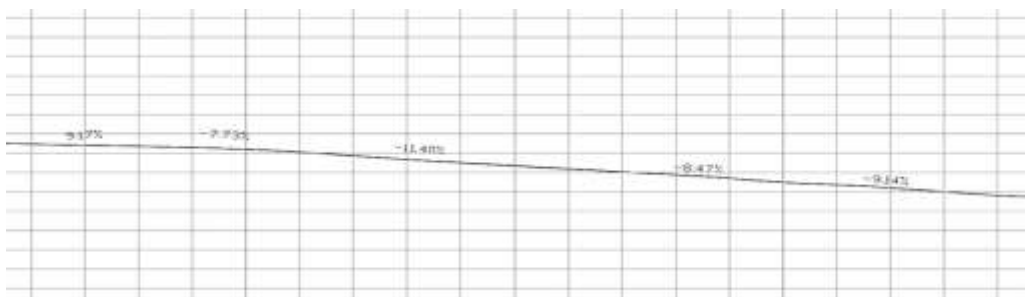
En el Anexo III, se muestra todas las subpartidas del presupuesto túnel.

3.3.2 Alternativa de una Carretera y 4 Puentes.

El Regulador, el Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (OSITRAN), solicitó el estudio de “una alternativa superficial por la margen derecha del río San Gabán” con el fin de poder comparar con la ya proyectada que discurriría en túnel por la margen izquierda. Se indica que si es factible proyectar la vía sobre el eje de la actual carretera provisional (después del deslizamiento de rocas y suelo de los sectores críticos, estas afectan a la carretera existente y como medida de solución se acondiciona una vía temporal que atraviesa el río San Gabán a través de 2 puentes Bailey).

El regulador (OSITRAN), dentro de su propuesta era que la carretera provisional forma parte del nuevo trazo de la alternativa de la carretera con algunos cambios. Entre estos se citan: los mejoramientos de los puentes, mejoramientos de algunos anchos de plataformas, instalación de defensas ribereñas, así como alguna disposición de barreras dinámicas frente a derrumbes. Sin embargo, cabe señalar que el inicio de la carretera provisional cuenta con pendientes superiores al 10%, que se desarrolla durante 300 m hasta llegar al primero de los cruces con el río San Gabán, lo que está fuera de normas para este tipo de carretera. En Figura N° 10, se observa el inicio de la carretera provisional en el tramo de bajada a puente del río San Gabán.

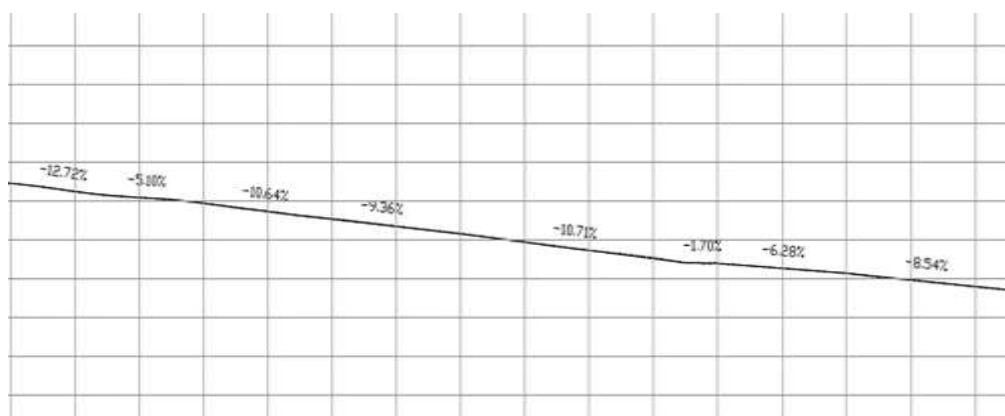
Figura N° 10 Perfil de la carretera provisional en el tramo de bajada



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, tras el punto medio del huayco a atravesar y en un tramo de unos 250 m la carretera provisional vuelve a ponerse con pendientes que en algún caso llegan casi al 12%. En la Figura N° 11, se observa el perfil de inicio de la carretera provisional en el tramo intermedio entre los dos puentes del río San Gabán.

Figura N° 11 Perfil de la carretera provisional en el tramo intermedio



Fuente: Elaboración propia

Dado que la pendiente máxima a dar a este tipo de carretera según las normas es de un 8% se considera que es inviable realizar un trazado similar al del eje actual dotándolo tan solo de algunos cambios funcionales. Los cambios geométricos a dar a este tramo de carretera son muy importantes con el fin de adecuar el trazado a las normas.

Es importante señalar que el Proyecto de la alternativa de la nueva Carretera iba estar ubicado como punto de inicio en la Km 239+290 y punto final en el Km 241+800.

En ese sentido, es preciso indicar que en todo momento se toma en cuenta fundamentalmente dos aspectos:

- La búsqueda de una solución lo más simple posible lo que redundaría en una mejor economía de inversión.
- La búsqueda de la seguridad durante la operación; asimismo, las pendientes del valle son importantes por lo que hay que adaptar los alineamientos con el fin de minimizar pendientes prolongadas que puedan dar lugar a puntos negros de tráfico no deseables. Por otro lado, no se ha dejado de analizar también la seguridad desde el punto de vista de los riesgos tanto geológicos como hidrogeológicos.

Para el trazo se han considerado los siguientes aspectos:

- Pendiente máxima del 8%, como se detalla en la normativa. Esta pendiente es la máxima que fija el Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2013 para una carretera de las características del Corredor Interoceánico Sur. Por otra parte, se consideró que las máximas pendientes fueran lo más cortas posibles con el fin de evitar riesgos de seguridad durante la operación.
- Se han considerado soluciones en las cuales los puentes de paso del río San Gabán tuviesen unas pendientes longitudinales lo más moderadas posibles con el fin de buscar la eficiencia técnica y económica de dichas estructuras.
- De acuerdo con el estudio de riesgos existen dos problemáticas importantes:
 - Según el estudio realizado por el Consultor, el derrumbe de la margen izquierda, de repetirse, tiene una elevada probabilidad de que los materiales caídos lleguen a afectar hasta la cota 2410 msnm de la margen derecha, al menos en la transversal de la parte más alta de este derrumbe. Por esta razón, la alternativa de carretera planteada se desarrolla por encima de esta elevación hasta el vértice máximo de este deslizamiento.
 - Por otro lado, existe un riesgo hidráulico, de acuerdo al estudio realizado la carretera actual presenta riesgos de inundación en un tramo situado unos 200 m por debajo de la zona de derrumbe. La cota de inundación en ese

punto es de 2355 msnm por lo que la alternativa debe pasar en esa zona por encima de dicha elevación.

- Tras el primero de los puentes existe una zona en ladera de unos 100-150 m que se encuentra constituida por un material coluvial dispuesto en un equilibrio estricto. Es importante que no se realice ningún corte que favorezca el deslizamiento de estos materiales inestables. Es recomendable pasar esta zona en terraplén lo que añadirá un peso a la parte baja ayudando a dar más estabilidad al área.
- Igualmente, a unos 150 m aguas arriba del segundo puente existe otra área compuesta por suelos con una pendiente importante. Cualquier corte que produzca la construcción de la nueva carretera puede provocar el deslizamiento de un gran volumen de materiales sueltos; debido a que, el tipo de fenómeno corresponde a un deslizamiento que entraría en un estado activo de excavarse en el pie de los taludes.
- Por último, es importante indicar que, el área se encuentra intensamente explotada por los pobladores en actividades agrícolas, la cual se han presentado pequeños derrumbes que se han quedado exclusivamente en la parte alta de la cuenca. Del mismo modo, se precisa que en esta zona no tiene un evento de huayco desde hace 20 años. Sin embargo, geológicamente no se puede considerar esta área como inactiva frente a aluviones; debido a que, en términos de probabilidad de ocurrencia de evento geológico se estima hasta 300 años (evento raro). Para el proyecto en estudio se identificó los riesgos geológicos como se muestra en el capítulo 4.

En ese sentido, se considera que la mejor solución para el paso de esta área es disponer la calzada pegada a la superficie por encima de la escarpa que normalmente forman estos materiales. Además, se realizó un buen drenaje de toda el área del proyecto, mediante obras de que se encuentren dimensionadas adecuadamente para permitir pasos de algunos bloques. Se propone por otra parte defensas en la parte alta que doten de seguridad al usuario ante un eventual fenómeno.

3.3.2.1 Diseño de la Carretera. El criterio de diseño de la carretera está en base de las siguientes características:

- Carretera de Segunda Clase
- Orografía Tipo 3 (Terreno accidentado)
- Velocidad de la Carretera: 40 km/h.
- Plataforma constituida por carriles de 3.30 m con bermas asfaltadas de 1.20 m y 1,00 m sin asfalto para la disposición de los guardavías.

En la zona de estudio caracterizado por los constantes derrumbes y deslizamientos en los taludes adyacentes, se realizó un pavimento flexible, siguiendo la metodología de la American Association of State Highway and Transportation AASHTO - 1993 y el Manual de Carreteras del MTC, considerando un periodo de servicio de 10 años. Asimismo, el material que se utiliza tanto para el terraplén como de las capas de base y sub base proviene de la cantera Churumayo. En consecuencia, las características de estos tres materiales son muy similares diferenciándose únicamente en el tamaño máximo admitido desde los 7,5 cm de la corona del terraplén o pedraplén a los 5 cm del material de base y sub base. En ese sentido, los valores del CBR en todas estas capas van a ser muy parecidos.

Para determinar el número estructural (SN), se considera los siguientes parámetros:

- Periodo de diseño: 10años.
- Capacidad resistente de la sub rasante del pavimento, en términos del CBR del material.
- Nivel de servicio en concordancia con el nivel de tráfico que concurre y lo recomendado en las normas
- Parámetros estadísticos que funcionan como factores de seguridad de acuerdo al nivel de confianza establecidos.

El número estructural (3,45), obtenido corresponden para un periodo de 10 años. Por último, se precisa que se considera para el diseño del pavimento de la carretera las siguientes capas:

- a) La carpeta asfáltica con un espesor de 9.5cm
- b) La base con un espesor de 15cm
- c) La sub base con un espesor de 18cm

3.3.2.2 *Presupuesto de la Carretera.* Para el presente estudio se calcula el presupuesto del proyecto carretera la cual forma parte la carretera cuya longitud de la misma es 2160 m aproximadamente. Asimismo, se considera las siguientes obras:

- Muros de concreto armado:
 - 1) Muro 1(Longitud:55m)
 - 2) Muro 2(Longitud:79m)
 - 3) Muro 3(Longitud:100m)
 - 4) Muro 4(Longitud:30m)
 - 5) Muro 5(Longitud:60m)
 - 6) Muro 6(Longitud:17m)
 - 7) Muro 7(Longitud:10m)
 - 8) Muro 8(Longitud:40m)

- Puentes:
 - 1) Puente 1(Longitud:107.5m)
 - 2) Puente 2(Longitud:20m)
 - 3) Puente 3(Longitud:30m)
 - 4) Puente 4(Longitud:65m)

Se precisa que las características de los puentes se van a considerar en el capítulo V; por otro lado, en el presupuesto también forma parte cunetas, alcantarillas y badenes.

Cabe resaltar que este presupuesto se presentó al Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), como parte de la alternativa de solución en marzo 2016.

En la Tabla N° 2, se aprecia que la partida Puentes presenta la mayor incidencia del presupuesto con: 43.36%. También, la partida de menor incidencia es la Señalización, con un valor de: 0.83%; del mismo modo, las subpartidas que forma parte la partida Actividades Complementarias son:

- Movilización y desmovilización de equipos
- Estudio de impacto ambiental
- Ingeniería de detalle.

Se indica que el presupuesto que se muestra en la Tabla N°2, se realizó el 14 de marzo de 2016, en Lima. Del mismo modo, el tipo de cambio es igual a 3.3521

Finalmente, el monto del presupuesto de la alternativa de Carretera es: \$20,240,163.56.

Tabla N° 2 Presupuesto a costo directo de la alternativa de la carretera

Partidas	Monto (\$)	Incidencia
Obras Preliminares	524,729.25	2.59%
Movimientos de Tierras	1,243,617.72	6.14%
Bases y Subbases	178,566.57	0.88%
Obras de Arte y Drenaje	3,750,198.28	18.53%
Puentes	8,775,157.03	43.36%
Transporte	3,292,082.22	16.27%
Señalización	168,392.08	0.83%
Pavimentos Asfálticos	417,359.80	2.06%
Actividades Complementarias	1,890,060.61	9.34%
Subtotal (Costo Directo)	20,240,163.56	100.00%

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo IV, se muestra todas las subpartidas del presupuesto.

En resumen, se indica que las dos alternativas presentan los siguientes montos para su presupuesto como se aprecia en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3 Comparativo de presupuestos

Alternativa	Monto (\$)
Túnel (L=1675 m)	49,712,103.70
Carretera (L=2160)	20,240,163.56

Fuente: Elaboración propia

Por último, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) en su oficio N° 0675-2016-MTC-25 de fecha 16 de mayo de 2016, opina a favor de la alternativa Carretera por la margen derecha. Asimismo, solicita que se desarrolle el correspondiente Proyecto de Ingeniería de Detalle (PID). Esta alternativa como se observa en la Tabla N° 3, es más económica respecto a la alternativa Túnel en \$29,471,940.14.

CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS ELABORADO EN BASE A CADA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

Entre las dos alternativas que se tenía para el presente proyecto se identificó los riesgos dando como resultado los escenarios que se describen a continuación.

4.1 RIESGOS DE LA MARGEN DERECHA (CARRETERA Y 4 PUENTES)

La empresa que realizó los estudios de los riesgos fue la consultora Lombardi. De la misma manera, este informe fue anexada como parte de los entregables y enviada al Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Posteriormente, el MTC en su oficio N° 0675-2016-MTC-25 de fecha 16 de mayo de 2016, opina a favor de la alternativa Carretera por la margen derecha.

4.1.1 Riesgo geológico

Se evaluaron los peligros de deslizamientos en el tramo de estudio desde el inicio del proyecto la cual es en la progresiva 239+290 hasta la progresiva 241+800 de la carretera interoceánica, tomando en consideración deslizamientos en roca e identificando el peligro de colapso parcial o total del talud y de la caída de rocas; por lo que es necesario señalar los siguientes aspectos:

- En el deslizamiento principal de la margen izquierda se presenta un riesgo de colapso parcial o total, pudiendo llegar a invadir la parte inferior de la margen derecha, obstruyendo el río e incluso, formando de cierta manera un embalse artificial.
- Los modelos de caída de bloques indican eventos tanto frecuentes (bloque de tamaño $0.2 \times 0.2 \times 0.2 \text{ m}^3$) como medios ($1 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$), los cuales pueden ser controlados con medidas de protección (redes puntuales o diques de contención). Mientras que los eventos raros ($2 \times 2 \times 2 \text{ m}^3$). requieren otras medidas de protección como a través de túneles. (Lombardi, 2015).

En virtud de estas indicaciones no se recomienda la exposición directa de la carretera provisional al derrumbe principal como una solución definitiva y segura a largo plazo. En ese sentido, en base al estudio geológico se define como una cota segura para eventos frecuentes en el nuevo trazo de la carretera a una elevación de 2410 msnm. En la Tabla N° 4, se presenta la matriz elaborada para el riesgo geológico para un evento frecuente con un periodo de retorno de 1 a 30 años. En este caso el deslizamiento principal muestra un riesgo alto, mientras la caída de bloques de rocas y quebradas expone unos riesgos medianos.

Tabla N° 4 Matriz de riesgos geológicos (evento frecuente)

Probabilidad de ocurrencia de evento geológico	Tipo de Riesgo		
	Deslizamiento principal	Caída de bloques de roca	Quebradas (margen derecha)
Evento Frecuente (Período de Retorno de 1 a 30 años)	Riesgo alto Se trata de una caída o colapso de material superficial de máximo 20 m de espesor, el cual ocasionaría un impacto hasta la cota 2410 msnm de altitud en la margen derecha, afectando de manera directa a la vía.	Riesgo medio Causa una intensidad de bajo impacto (< 30 kJ y volumen promedio de bloque de 0.008 m3) que se puede controlar fácilmente con medidas de protección puntuales, pero si alcanza la vía de circulación se considera como peligrosa para el usuario.	Riesgo medio Quedaría expuesta una carretera superficial al riesgo de huaycos y eventos de geodinámica externa de las quebradas existentes en la margen derecha.

Fuente: Elaboración propia

 Riesgos menores  Riesgos medianos  Riesgos altos

En la Tabla N° 5, se presenta la matriz elaborada para el riesgo geológico para un evento medio con un periodo de retorno de 30 a 100 años. En este caso el deslizamiento principal muestra un riesgo alto, mientras la caída de bloques de rocas y quebradas expone unos riesgos medianos.

Tabla N° 5 Matriz de riesgos geológicos (evento medio)

Probabilidad de ocurrencia de evento geológico	Tipo de Riesgo		
	Deslizamiento principal	Caída de bloques de roca	Quebradas (margen derecha)
Evento Medio (Periodo de Retorno de 30 a 100 años)	Riesgo alto Es una caída o colapso de material medio que ocasiona un deslizamiento de espesor aproximado de unos 50 m como máximo y genera un impacto en la margen derecha hasta la cota 2450 msnm, afectando de manera directa a la vía y obstruyendo el río aproximadamente en la elevación 2425 msnm.	Riesgo medio Causa una intensidad de impacto con niveles altos (< 1600 kJ y volumen promedio de bloque de 1 m3), pero se puede controlar con medidas de protección puntuales.	Riesgo medio Se puede presentar un cono de material suelto/coluvial que se forma entre ambas quebradas y que se considera como un peligro para una eventual carretera superficial. También resulta importante destacar que todo el valle de la quebrada se llena de agua, por lo cual se dificulta pasar con excavaciones superficiales.

Fuente: Elaboración propia

 Riesgos menores  Riesgos medianos  Riesgos altos

En la Tabla N° 6, se presenta la matriz elaborada para el riesgo geológico para un evento raro con un periodo de retorno de 100 a 300 años. En este caso el deslizamiento principal y caída de bloques de roca muestran riesgos altos, mientras las quebradas exponen un riesgo mediano.

Tabla N° 6 Matriz de riesgos geológicos (evento raro)

Probabilidad de ocurrencia de evento geológico	Tipo de Riesgo		
	Deslizamiento principal	Caída de bloques de roca	Quebradas (margen derecha)
Evento Raro (Periodo de Retorno de 100 a 300 años)	Riesgo alto Se trata de una caída o colapso de material total con espesor máximo de unos 100 m, el cual ocasiona un impacto en la margen derecha que se extiende hasta la cota 2470 m, afectando de manera directa a la vía y obstruyendo el río con una elevación 2450 msnm.	Riesgo alto Causa una intensidad de impacto que alcanza niveles demasiado altos (volumen promedio de bloque de 8 m ³), los cuales se puede controlar con medidas de protección puntuales, como terraplenes de contención.	Riesgo medio Quedaría expuesta una carretera superficial al riesgo de huaycos y eventos de geodinámica También es importante recalcar que es posible que el flujo de agua o lodos en el sector genere problemas en la cimentación de la vía o en las estructuras que se planteen para evitar el cruce con las quebradas.

Fuente: Elaboración propia

 Riesgos menores  Riesgos medianos  Riesgos altos

4.1.2 Riesgo hidráulico

Considerando los datos de caudal disponibles en la literatura para la captación de la CH San Gabán II (OSINERG, 2005), la consultora Lombardi (2015), efectuó una modelación hidráulica del cauce del río San Gabán para 20, 50, 100 y 500 años de período de retorno y los resultados obtenidos son plasmados desde la Tabla N° 7 hasta la Tabla N° 13. Es preciso destacar que, para dicho estudio conceptual de alternativas sobre la margen derecha, se tomó en cuenta el modelo del río en HEC-RAS para estudiar la influencia hidráulica en los sitios de los dos puentes mayores que forman parte de la propuesta de solución. A través de este análisis preliminar se determinó que los puentes propuestos sobre el río San Gabán tienen suficiente capacidad hidráulica como para manejar los caudales de referencia. (Lombardi,2015).

En la Tabla N°7, se presenta la matriz de Tirante en flujo permanente (sitio de puente 1 para TR = 500 años), con un periodo de retorno de 20 a 500 años y cuyos caudales varían desde 425 a 720 m³ como se muestran en la Tabla indicada.

Tabla N° 7 Tirante en flujo permanente (sitio de puente 1 para TR = 500 años)

Período de Retorno (TR)	Caudal	Tirante en la sección del puente
(Años)	(m ³ /s)	(m)
20	425	2403.55
50	506	2403.97
100	565	2404.23
500	720	2404.85

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 8, se presenta la matriz de riesgos para la zona críticas a 10 años, donde se observa que la carretera y deslizamiento muestran un riesgo menor. Del mismo modo, los puentes no se serán afectados.

Tabla N° 8 Matriz de riesgos para las zonas críticas (10 años)

Tiempo de retorno	Zonas Afectadas		
	Carretera	Puente	Deslizamiento
10 años	Riesgo Menor Se verá afectada la carretera sobre una longitud de aproximadamente 200 metros y se sobre pasará la rasante de la carretera de 0.2 m sobre el nivel hidráulico.	La altura del agua no llega a los estribos de los puentes, por lo que los puentes no se verán afectados.	Riesgo Menor La zona de deslizamiento es un área empinada bastante susceptible ante una fuerza externa. En esta zona, el río podría erosionar la parte inferior, produciendo movimientos en la parte superior.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 9, se presenta la matriz de riesgos para la zona críticas a 20 años, donde se observa que la carretera muestra un riesgo medio. Del mismo modo, los puentes y el deslizamiento presentan riesgos menores.

Tabla N° 9 Matriz de riesgos para las zonas críticas (20 años)

Tiempo de retorno	Zonas Afectadas		
	Carretera	Puente	Deslizamiento
20 años	Riesgo Medio Se incrementa el riesgo en comparación con el primer caso, por lo que la carretera se verá afectada sobre una longitud de aproximadamente 200 metros y se sobre pasará la rasante de la carretera de 0.3 m sobre el nivel hidráulico.	Riesgo Menor Se presenta un riesgo a largo plazo porque los estribos del puente 4 se verán afectados por el agua.	Riesgo Menor El río podría erosionar la parte inferior produciendo movimientos en la parte superior de la zona inestable.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 10, se presenta la matriz de riesgos para la zona críticas a 50 años, donde se observa que la carretera muestra un riesgo alto. Del mismo modo, los puentes y el deslizamiento ambos presentan riesgos medios.

Tabla N° 10 Matriz de riesgos para las zonas críticas (50 años)

Tiempo de retorno	Zonas Afectadas		
	Carretera	Puente	Deslizamiento
50 años	Riesgo Alto Se incrementa el riesgo en comparación con el segundo caso, por lo que la carretera se verá afectada sobre una longitud de aproximadamente 250 metros y se sobre pasará la rasante de la carretera de 0.5 m sobre el nivel hidráulico. No habrá tránsito de vehículos.	Riesgo Medio El riesgo es medio porque el agua afectará los estribos de ambos puentes.	Riesgo Medio El río podría erosionar la parte inferior ocasionando movimientos en la parte superior de la zona.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 11, se presenta la matriz de riesgos para la zona críticas a 100 años, donde se observan que la carretera, puentes y deslizamiento muestran un riesgo alto.

Tabla N° 11 Matriz de riesgos para las zonas críticas (100 años)

Tiempo de retorno	Zonas Afectadas		
	Carretera	Puente	Deslizamiento
100 años	Riesgo Alto Se incrementa el riesgo en comparación con el tercer caso, por lo que la carretera se verá afectada sobre una longitud de aproximadamente 160 metros y se sobre pasará la rasante de la carretera de 0.7 m sobre el nivel hidráulico. No habrá tránsito de vehículos ni de camiones.	Riesgo Alto El puente 4 se verá afectado considerablement e porque el agua está perjudicando a los estribos.	Riesgo Alto Existe una probabilidad de que se erosione la zona al pie del deslizamiento y se incremente al igual que la reactivación del mismo.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 12, se presenta la matriz de riesgos para la zona críticas a 500 años, donde se observan que la carretera, puentes y deslizamiento muestran un riesgo alto.

Tabla N° 12 Matriz de riesgos para las zonas críticas (500 años)

Tiempo de retorno	Zonas Afectadas		
	Carretera	Puente	Deslizamiento
500 años	Riesgo Alto Se incrementa el riesgo en comparación con el tercer caso, por lo que la carretera se verá afectada sobre una longitud de aproximadamente 300 metros y se sobre pasará la rasante de la carretera de 0.9 m sobre el nivel hidráulico. No habrá tránsito de vehículos ni de camiones.	Riesgo Alto Se dará una erosión de los estribos del puente 4 y se dará un muy alto riesgo de que el nivel del agua alcance el nivel del tablero del puente.	Riesgo Alto Existe una probabilidad de que se erosione la zona al pie del deslizamiento y se incremente al igual que la reactivación del mismo.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°13, se presenta la matriz de Tirante en flujo permanente (sitio de puente 4 para TR = 500 años), con un periodo de retorno de 20 a 500 años y cuyos caudales varían desde 425 a 720 m³ como se muestran en la Tabla N°13.

Tabla N° 13 Tirante en flujo permanente (sitio de puente 4 para TR = 500 años)

Período de Retorno (TR) (Años)	Caudal (m ³ /s)	Tirante en la sección del puente (m)
20	425	2311.56
50	506	2311.88
100	565	2312.10
500	720	2312.59

Fuente: Elaboración propia

4.2 RIESGOS DE LA MARGEN IZQUIERDA (TÚNEL)

La empresa que realizó los estudios de los riesgos fue la consultora Lombardi. De la misma manera, este informe fue anexada como parte de los entregables de la alternativa Puentes y enviada al Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

4.2.1 Riesgo geológico

Se presenta a continuación una evaluación sobre el peligro de activación de dos zonas de deslizamientos, en la margen izquierda cercanos al portal de entrada y salida del Túnel que se propone como solución y que afecta a la carretera interoceánica si se produce el deslizamiento.

En la Figura N° 12a, se observa que el deslizamiento principal de la margen izquierda es un peligro inminente debido al colapso parcial o total, cuando se active la zona de deslizamiento.

Figura N° 12 (a) Deslizamiento principal y (b) deslizamiento secundario en la margen izquierda



a) Deslizamiento principal

b) Deslizamiento secundario

Fuente: Elaboración propia

Las dos zonas de deslizamiento del margen izquierdo son:

- Deslizamiento principal. - La primera zona de deslizamiento, denominada deslizamiento principal de alto riesgo geológico, es una zona rocosa con un volumen cerca de 10 millones de m³. La pendiente se descompone a lo largo de una familia de juntas y de fallas orientadas (K1) según la dirección general del talud. Los escenarios de peligro corresponden a destagues del deslizamiento con espesores variables que se depositarían en el cauce del río y que llegarían a involucrar la margen derecha del río, al igual que caídas de rocas puntuales.
- Deslizamiento secundario. - Se evidencian dos zonas de deslizamiento de menor extensión y riesgo asociado de mediano impacto. Se identifican bien dos zonas donde han ocurrido deslizamientos (con excedentes de material al pie) y, en el centro, una zona de deslizamiento inminente. Se trata de zonas residuales con potencial de peligro. (Lombardi, 2015).

En la Figura N° 12b, se muestra que el deslizamiento secundario de la margen izquierda evidencia zonas remanentes con potencial de peligro.

4.2.1.1 Colapso del talud. Todos los eventos de caída y colapso (superficial, medio y total) alcanzan el fondo del valle y causan una obstrucción, al menos parcial y temporal del río San Gabán, con una afectación significativa en la carretera provisional que se encuentra asentada en parte del lecho del río.

4.2.1.2 Caída de rocas. Los modelos de caída de bloques indican eventos frecuentes (bloque de tamaño 0.2x0.2x0.2 m³) y medios (1x1x1 m³) que podrían ser controlados con medidas de protección (redes puntuales o diques de contención), mientras que los eventos raros (2x2x2 m³) requieren otras medidas de protección como las variantes de trazado a través de túneles.

4.2.2 Riesgo hidráulico

El análisis de riesgo de inundación ha demostrado que los niveles de agua alcanzados para los diferentes periodos de retorno, llegan al pie de dicho deslizamiento aumentando el riesgo de erosión a la base del mismo (ver Anexo V), incrementando por lo tanto la posibilidad de que nuevos fenómenos de inestabilidad puedan volver a activarse. Lo anterior debe además considerar que

las avenidas coinciden normalmente con periodos de fuertes lluvias, las cuales reducen la cohesión de los materiales del derrumbe (saturación del material) y contribuyen; por tanto, junto con la erosión al pie, a ser elementos críticos frente a la estabilidad global del deslizamiento. (Lombardi, 2015, p.48).

Es oportuno considerar adicionalmente que, a su vez, los sedimentos depositados producto de un posible deslizamiento migrarían aguas abajo no solo aumentando el nivel de agua en el tramo crítico sino aumentando el nivel del agua en todo el tramo del río siendo altamente probable que esta área de inundación sea más ancha que las presentadas.

Los resultados de las evaluaciones desarrolladas se presentan en la siguiente matriz de riesgos de la Tabla N° 14, la que detalla para cada caudal de avenida (y su periodo de retorno), como se ven afectadas las estructuras presentes en el tramo.

En la Tabla N°14, se observa la matriz de riesgo respecto al deslizamiento, que de acuerdo al tiempo de retorno presentan distintos riesgos. También se muestra que para los diferentes años de retorno como se afectaría el puente que forma parte de la alternativa túnel.

Tabla N° 14 Matriz de riesgo para la zona crítica

Tiempo de retorno	Zonas afectadas	
	Puente	Deslizamiento
10	El puente no se verá perjudicado; debido a que, la altura del agua no llega a los estribos del puente.	Riesgo menor La zona de deslizamiento es un área empinada bastante susceptible ante una fuerza externa. El agua, en esta zona, tiene en promedio una velocidad de 5m/s. Si bien la altura del agua no es considerable, el río podría erosionar la parte inferior, produciendo movimientos en la parte superior de la zona.
20	Riesgo menor El puente se verá perjudicado; debido a que, el agua afecta a los estribos. Si bien la altura del	Riesgo menor El agua en esta zona tiene en promedio una velocidad de 5m/s. Si bien la altura del agua no es

Tiempo de retorno	Zonas afectadas	
	Puente	Deslizamiento
50	<p>agua en el estribo es de 0.3m. Pero la velocidad del agua es de 4m/s.</p> <p>Riesgo medio</p> <p>Los estribos del puente serán afectados; asimismo, la altura del agua en el estribo es de 0.4m. Pero la velocidad del agua llega hasta a 7m/s.</p>	<p>considerable, el río erosionará la parte inferior produciendo movimientos en la parte superior de la zona inestable.</p> <p>Riesgo medio</p> <p>El agua en esta zona tiene en promedio una velocidad de 6 m/s, si bien la altura del agua no es considerable, el río erosionará la parte inferior produciendo movimientos en la parte superior de la zona</p>
	<p>Riesgo Alto</p> <p>Los estribos del puente serán afectados; asimismo, la velocidad del agua está por encima a 7m/s.</p>	<p>Riesgo Alto</p> <p>La zona de deslizamiento es un área empinada bastante susceptible ante una fuerza externa, el agua que en esta zona tiene en promedio una velocidad de 7m/s. En estas condiciones la probabilidad de erosión al pie del deslizamiento se incrementa al igual que la reactivación del mismo.</p>
100		

Fuente: Elaboración propia

Riesgos menores
 Riesgos medianos
 Riesgos altos

CAPÍTULO V: DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA Y LAS ADECUACIONES EJECUTADAS QUE MOTIVAN EL MAYOR MONTOS DEL PRESUPUESTO

5.1 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA

Dada la configuración morfológica de la ladera, es prácticamente inviable conseguir pendientes reducidas. Estas se han conseguido casi únicamente en los dos cruces del río. Las pendientes máximas son del 8% aunque se ha intentado minimizar la longitud de estos tramos, así como dotar a la alternativa de ciertos descansos con el fin de darle más seguridad al usuario.

Pensando en la seguridad y en la fluidez del tráfico, y considerando las elevadas pendientes con que cuenta el tramo, se ha optado por proyectar en unos 330 m (incluyendo transiciones) un segundo carril de ascenso que posibilite adelantamientos. Esto se ha proyectado en un tramo (Km 240+580 al 241+650) de pendientes importantes (7%) y donde el movimiento de tierras adicional fuera mínimo con el fin de conseguir una economía aceptable en la implementación de esta medida de seguridad

Con el fin de minimizar las pendientes y conseguir un primer puente sobre el río San Gabán de gálibo libre razonable, se ha optado por proyectar el inicio de la alternativa desde la curva de herradura en el km 239+290 de la carretera existente.

Esta alternativa empieza en el Km 239+290 a partir de donde empieza a transitar en una curva en U, dotándola de un radio mayor, y por tanto más seguro al de la carretera construida; al tener un radio mayor esta alternativa se desvía de la carretera en el km 239+305 y llega con una pendiente de 4.1%, al hombro de un depósito de material excedente de excavaciones anteriores.

En el Km 239+464 la alternativa va con dirección N10E hasta conectar con la carretera actual en el Km 239+633 y a partir de dicha progresiva la alternativa va alineada con la carretera actual hasta el Km 240+062 donde se desvía nuevamente para cruzar al otro lado del río. Las pendientes de este último tramo están en torno al 7,5%.

Desde el Km 240+062 la carretera tiene una dirección E-W y cruza el río a través de un primer puente de aproximadamente 107 m de longitud el cual empieza en el Km 240+180, la pendiente de la carretera es de 0.5% y se mantiene por encima de los 2410 msnm, nivel que no sería afectado en caso de ocurrir derrumbes en la margen izquierda.

En el km 240+580 la carretera empieza a bajar del nivel 2410 msnm con una pendiente del 7%. En esta zona se proyectan dos puentes de 20 m y 30 m que servirán para cruzar las quebradas principales del huayco. Tras cruzar la zona del huayco la carretera toma una orientación N-S en donde se cortará una ladera rocosa con alturas máximas de hasta 41 m.

Después de esta zona en excavación el trazado toma una curva hacia el este para disponerse en paralelo al río San Gabán. En esta zona se suaviza la pendiente del 7% al 6%. A continuación, alrededor del Km 241+700 se transita mediante una curva a la izquierda para volver a cruzar el río con un puente de 65 m de longitud y con una pendiente de 2%. Finalmente, de este cruce la nueva carretera va transita mediante una curva a la derecha para enlazar poco después con la calzada actual con una pendiente de 5,2% aproximadamente.

El Pavimento nuevo de la variante será pavimento flexible de 9.50 cm de espesor, colocada sobre una base granular de 15 cm la que estará fundada sobre una sub base granular de 18 cm.

Los dos cruces del río San Gabán y de las quebradas importantes de la cuenca del Soropata se solucionan mediante la construcción de 4 puentes que pasamos a describir ver Tabla N°15 al 18. Además, se plantea la construcción de 8 tramos de muros de concreto armado para contener las tierras evitando grandes derrames en los rellenos.

En la Tabla N°15, se presentan las características principales del puente 1. En este caso la longitud del puente es :107.5m, las fundaciones son profundas con pilotes y la tipología estructural del puente consiste en un arco con tablero intermedio independiente apoyado a los estribos y suportado desde el arco con péndulas.

Tabla N° 15 Características principales del Puesto 1

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Ubicación	Está ubicado, sobre el río San Gabán, entre las progresivas 240+178.93 y 240+286.42 con una pendiente longitudinal del 1%; el puente tiene un largo total de 107.5m (entre los ejes de los estribos) con dos claros de 90.0m+17.5m y un ancho del tablero de 11.80m.
Tipología	La tipología estructural del puente consiste en un arco con tablero intermedio independiente apoyado a los estribos y suportado desde el arco con péndulas; el arco es empotrado y vinculado horizontalmente en los estribos que transmiten las cargas verticales y horizontales a través de pilotes de concreto de gran diámetro (1200mm).
Superestructuras	Las superestructuras son en acero, con secciones cerradas en los arcos y en las vigas que los conectan (tubular cuadrado de dimensiones 1000x1000mm) y secciones abiertas tipo "I" en las vigas del tablero, diseñadas en acción compuesta con la losa en hormigón a través de conectores tipo stud.
Subestructuras	Todas las subestructuras son en concreto reforzado, con espesores máximos de 1.70-2.00m.
Trazo	El arco tiene un trazo parabólico con una flecha de 14.46m ($f/L=14.46/90.00=1/6.22$).
Tablero	El tablero es de tipo mixto acero-concreto, compuesto de dos vigas longitudinales principales en acero y una losa superior de concreto. Las vigas principales tienen una distancia entre los ejes de 10.30m y son conectadas transversalmente mediante vigas secundarias con una distancia entre ellas de 2500mm, perpendiculares a las principales. La conexión entre las vigas principales y transversales es de tipo empernado.
Losa de rodadura	La losa de concreto tiene espesor variable desde un mínimo de 20cm al borde externo hasta 31.5cm al centro, debido a la pendiente transversal de 2.5%. La losa es conectada a las vigas longitudinales y transversales por medio de conectores de corte tipo stud.

Los estribos ofrecen apoyo tanto a las vigas principales como a los arcos. Cada estribo, en concreto, es compuesto de zapatas de fundación, pantallas y vigas en elevación: el estribo 1 tiene una altura de 3.75m mientras que el estribo 2 tiene 14.50m de altura. El terraplén de la carretera se sustenta por medio de un muro transversal de contención que permite aprovechar el empuje horizontal de terreno del terraplén para disminuir la carga horizontal debida a los arcos.

Estribos

Las fundaciones son de tipo profundo con pilotes conectados en el extremo superior con una zapata de 1.5m de espesor. La longitud de los pilotes es diferente en los dos estribos tomando en cuenta las diferencias geológicas entre ellos. De hecho, en el estribo 1 (margen izquierda del río) hay terreno de gravas con profundidades mayores a los 35 m y en el estribo 2 (margen derecha del río) hay un estrato de grava de 9m de espesor sobre roca competente.

Pilotes

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°16, se presentan las características principales del puente 2. En este caso la longitud del puente es :20.0m, las fundaciones son con pilotes y la superestructura del puente funciona como sección compuesta conformada por vigas de acero y una losa de concreto.

Tabla N° 16 Características principales del Puente 2

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Ubicación	Está ubicado en el primer cruce de la variante sobre las quebradas en el Huayco, específicamente en la progresiva 240+525 del proyecto. El puente cuenta con un solo claro entre estribos, una pendiente longitudinal de 3.5% y una pendiente transversal de 5.3%. El claro libre del puente tiene una longitud de 20 m.
Superestructuras	La superestructura del puente funciona como sección compuesta, conformada por vigas de acero ASTM A709 -50 W30x211, de alma llena y laminadas en caliente, y una losa de concreto reforzado de 250 mm de espesor, unidos mediante conectores de cortante tipo Nelson Stud. Como elementos secundarios en la superestructura se detallan vigas diafragma para arriostramiento lateral de las vigas principales, estas corresponden a perfiles W14x30 de acero AASHTO M270M Gr 50. Debido a que la longitud del claro supera la longitud de los perfiles de acero que se pueden transportar, se requiere de empalmes mecánicos a instalar en sitio, fabricados a base de placas de acero grado 50 y pernos de alta resistencia ASTM A325.
Subestructuras	La subestructura del puente consiste de muro pantalla de retención, viga cabezal, aleros traseros y pilotes de cimentación, todos a base de concreto reforzado. El relleno de aproximación, producto de la diferencia de niveles entre la carretera y la topografía del sitio es contenido por los alerones y el muro pantalla, este último tiene además la función de soportar la superestructura y transmitir al suelo y pilotes de fundación las cargas laterales y verticales experimentadas por la superestructura. Como sistema de fundación y debido a las condiciones geotécnicas del sitio, y al posible desgaste producto del cauce, se eligen pilotes pre excavados de 1.20 m de diámetro y 10 m de fuste.
Estructura	Como parte de la estructura del puente se diseña una losa de aproximación, la cual evita la diferencia de niveles entre la superestructura del puente y el relleno de aproximación, por el asentamiento del último.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°17, se presentan las características principales del puente 3. En este caso la longitud del puente es :30.0m, las fundaciones son con pilotes y la superestructura del puente funciona como sección compuesta conformada por vigas de acero y una losa de concreto.

Tabla N° 17 Características principales del Puente 3

Ubicación	Está ubicado en el segundo cruce de la variante sobre las quebradas de la zona del Huayco, específicamente en la progresiva 240+698.88 del proyecto. El puente cuenta con un solo claro entre estribos y una pendiente longitudinal de 7.0%. El claro libre del puente tiene una longitud de 30 m.
Superestructuras	La superestructura del puente funciona como sección compuesta, conformada por vigas de acero de alma llena fabricadas a partir de placas, y una losa de concreto reforzado de espesor variable de 200 a 395 mm, unida a las vigas mediante conectores de cortante tipo Nelson Stud. Como elementos secundarios en la superestructura se detallan vigas diafragma para arriostramiento lateral de las vigas principales, estas corresponden a vigas de sección "I" armadas a partir de placas.
Subestructuras	La subestructura del puente consiste de muro pantalla de retención, viga cabezal, aleros traseros y pilotes de cimentación, todos a base de concreto reforzado. El relleno de aproximación, producto de la diferencia de niveles entre la carretera y la topografía del sitio es contenido por los aleros y el muro pantalla, este último tiene además la función de soportar la superestructura y transmitir al suelo y pilotes de fundación las cargas laterales y verticales experimentadas por la superestructura. Como sistema de fundación y debido a las condiciones geotécnicas del sitio, y a la posible socavación producto de un cauce de elevada energía, se eligen pilotes pre excavados de 1.20 m de diámetro y 16 m de fuste.
Estructura	Como parte de la estructura del puente se diseña una losa de aproximación, la cual evita la diferencia de niveles entre la superestructura del puente y el relleno de aproximación, por el asentamiento del último.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°18, se presentan las características principales del puente 4. En este caso la longitud del puente es :65.0m, las fundaciones son con pilotes y la tipología estructural es un puente de marco rígido.

Tabla N° 18 Características principales del Puente 4

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Ubicación	Está ubicado, sobre el rio San Gabán, se proyecta entre las progresivas 241+736.50 y 241+800.50 con una pendiente longitudinal del 2%; el puente tiene un largo total de 65m (entre los ejes de los estribos) con tres luces de 19.35+27.90+17.75m y un ancho del tablero de 11.80m. El tablero presenta un sesgo en planta por cada estribo de 15° para aproximar el cauce del rio y se queda a una altura máxima de 14m desde el perfil del cauce.
Tipología	La tipología estructural del puente es el marco rígido en acero con dos pilares inclinados de 23° con respecto a la pendiente longitudinal, con vigas simplemente apoyadas en los estribos y empotradas a los pilares. Los pilares, mediante el funcionamiento de marco rígido, garantizan la estabilidad longitudinal y transversal del puente. La inclinación de los pilares, que tienen base empotrada a los estribos, hace que el puente desarrolle un empuje horizontal a nivel de la fundación de los estribos. Todos los perfiles de acero, sea para vigas que pilares tienen sección "I".
Tablero	El tablero es de tipo mixto acero-concreto, compuesto de dos vigas longitudinales principales en acero y una losa superior de concreto con voladizo de 2.80m. Las vigas principales tienen distancia entre los ejes de 6.20m y son conectadas transversalmente con vigas secundarias con distancia entre los ejes de 4650mm, perpendiculares a las principales. Para seguir el sesgo del puente, las vigas transversales en los ejes de los apoyos tienen dirección inclinada. La conexión entre las vigas principales y transversales es de tipo empernado.
Losa de rodadura	La losa de concreto tiene espesor variable desde un mínimo de 25cm al borde externo hasta 37.5cm al centro, debido a la pendiente transversal de 2.5%. La losa es conectada solo a las vigas longitudinales por medio de conectores de corte tipo stud.

Estribos	Los estribos ofrecen apoyo sea a las vigas principales que a la base de los pilares inclinados. Cada estribo, en concreto, está compuesto de dos muros contrafuertes en los ejes de las vigas principales y una viga cabezal de conexión, donde se quedan los aparatos de apoyo. El terraplén de la carretera se sustenta por medio de un muro transversal de contención, conectado a los contrafuertes, que permite de aprovechar del empuje horizontal de terreno del terraplén para disminuir la descarga horizontal debida a los pilares.
Pilotes	Las fundaciones son de tipo profundo con pilotes conectados en la sección superior con una zapata de 1.5m de espesor. La longitud de los pilotes es diferente para los dos estribos tomando en cuenta la geología del sitio. De hecho, en el estribo 1 (margen derecha del rio) hay terreno de grava hasta 30 m y al estribo 2 (margen izquierda del rio) hay un estrato de grava de 9 m de espesor sobre roca.

Fuente: Elaboración propia

Muros de Concreto

Debido a la gran pendiente de los cerros de la cordillera, por donde transitará la carretera, es necesario generar bermas en relleno, las cuales deben de ser contenidas por sistemas de muros de retención. En total son siete segmentos de bermas que deben estabilizarse mediante muros convencionales de contención en voladizo y un segmento conformado con un muro mixto (tierra armada más muro de contención en voladizo).

Las dimensiones de los muros varían en cada segmento, las cuales se indican a continuación ver Tabla N° 19

En la Tabla N°19, se presentan las características principales de los muros. En ese sentido, se observa que la altura de los muros es variable. Es decir, en su etapa de diseño cada muro presenta diferentes alturas y así se ejecutó; por lo tanto, no presenta variación de metrados.

Tabla N° 19 Características principales de los muros

MURO	PROGRESIVA		ALTURA
	INICIO	FIN	
01	239+518	239+535	0.00 a 3.10 metros de alto.
02	239+610	239+620	1.70 a 2.50 metros de alto.
03	239+930	240+000	0.00 a 3.10 metros de alto.
04	240+546	240+699	4.00 a 9.00 metros de alto.
05	240+731	240+810	3.60 a 5.40 metros de alto.
06	240+965	241+065	0.00 a 6.40 metros de alto.
07	241+115	241+145	0.00 a 3.80 metros de alto.
08	241+506	241+620	5.00 a 8.00 metros de alto.

Fuente: Elaboración propia

5.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ADECUACIONES EJECUTADAS

El Concesionario presentó los Planos de Taller para aprobación del Supervisor, los cuales fueron debidamente aprobados, todo ello en base a lo establecido en la Especificación Técnica de la Partida 557: Fabricación y montaje de estructura metálica G50.

Es importante señalar que para la medición de dicha Partida se señala lo siguiente: La partida se medirá en tonelada de estructura fabricada, ensamblada y colocada en su posición final con aprobación del Supervisor en función a los procedimientos de la presente especificación.

En ese sentido, se ha procedido a calcular las cantidades de los mencionados planos de taller que incluyó variaciones en los conectores tipo stud (Subpartida 557.C), asimismo, en virtud de los mayores elementos necesarios para la fabricación de las estructuras metálicas, es consecuente que existan mayores áreas de preparación superficial y aplicación de pintura.

Posterior al detallamiento de los planos para la fabricación de las estructuras metálicas que dio como resultado los planos finales se actualizó los metrados de las partidas 557.A Preparación superficial de estructura metálica y 557.B Aplicación de pintura en estructuras metálicas; asimismo, la partida 557. Fabricación y montaje de estructuras metálicas G50. Dando como resultado la Variación de Metrados con respecto a los metrados del PID.

A continuación, se presenta el detalle de los comparativos de las Variaciones de las estructuras metálicas:

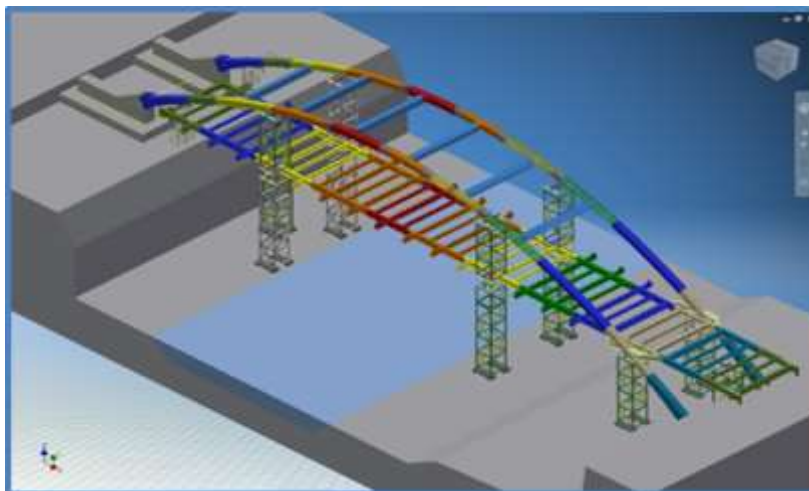
5.2.1 Adecuaciones ejecutadas en el Puente 1

Las características principales del puente 1, esta detallado en la Tabla N° 15. En el Proyecto de ingeniería de Detalle, a través de los planos de las fases de construcción se evidencia una secuencia ejecutiva de montaje (Ver anexo VI) En el replanteo, se procedió a verificar la estructura final previo análisis del montaje y logística de transporte a obra. Las cuales se tiene las siguientes premisas:

1. Reducir al mínimo necesario las uniones soldadas a ser trabajadas en obra.
2. Producir elementos de tamaño y peso adecuado de acuerdo con el plan de montaje.
3. Que los elementos sean fabricados concordes a los planos de montaje y plan de izaje
4. Producir elementos de tamaño y peso adecuado atendiendo las normas de Transporte de carga de nuestro país.
5. Implementar la menor cantidad de “manhole” (Ventanas de inspección en el arco)

Al momento de realizar el análisis de montaje, debido a la topografía del cauce del río, se verifico que el alineamiento del cauce principal del río, tenía un esviaje pronunciado respecto al eje del puente, lo que nos obligó cambiar el plan de montaje sugerido en el PID el cual solamente fue analizado en 2D sin tener en cuenta la topografía del río, tal como se evidencia en la Figura N° 13 siguiente:

Figura N° 13 Alternativa del PID



Fuente: Elaboración propia

Para trabajar con la sección del río en el PID, con respecto al montaje, de forma que se permita emplazar los equipos de izaje (Grúas), se deberían realizar rellenos importantes en ambas márgenes del río, lo que no es permitido por la legislación ambiental vigente en el proyecto.

Por este motivo se adaptaron las maniobras de montaje, diseñando uniones y segmento factibles de izaje en función a la topografía actual como se aprecia en la Figura N° 14 y N° 15.

En la Figura N°14, se muestra el montaje del arco donde se evidencia las juntas empernadas tal como se replanteo en el proyecto.

Figura N° 14 Montaje del arco con juntas empernadas según replanteo



Fuente: Elaboración propia

Por lo antes señalado, y de acuerdo con el plan de montaje se vio la necesidad de implementar adecuaciones en la estructura metálica como ser implementación de juntas empernadas.

En la Figura N°15, se ilustran algunas etapas del montaje del arco correspondiente a la ejecución del puente 1.

Figura N° 15 Montaje del arco

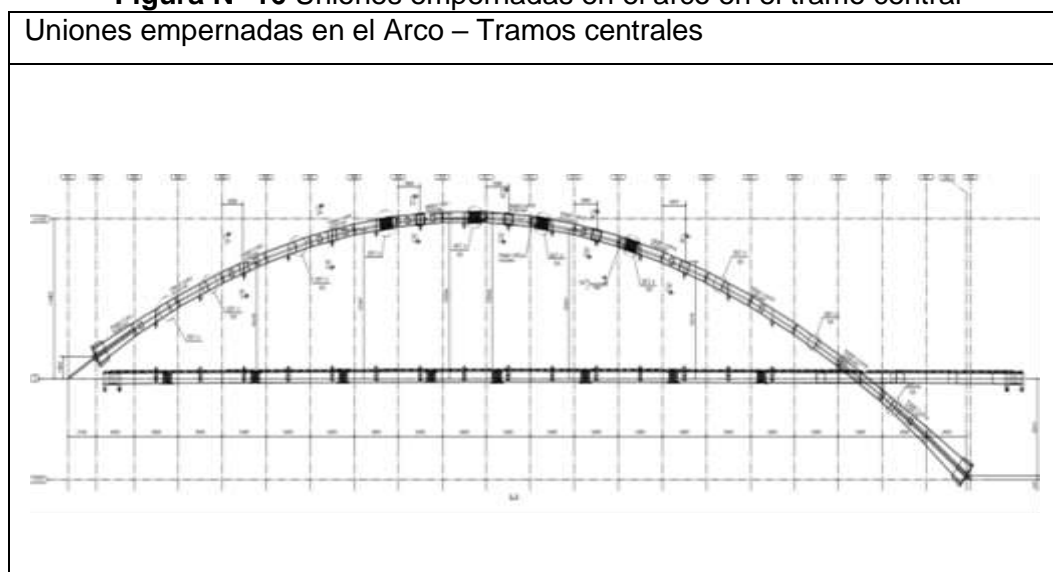


Fuente: Elaboración propia

5.2.1.1 *Especificación técnica.* La especificación técnica en relación al puente 1 es el siguiente:

- a) Uniones empernadas en el arco. - La geometría en planta y elevación es similar; sin embargo, se tiene diferencias en las zonas de empalme y/o juntas de unión entre elementos de segmentos de arco, lo que en el caso del replanteo modifica la forma y longitudes de los elementos intermedios de la viga arco. Se implementan 04 uniones empernadas entre elementos de viga arco, mientras en el PID solo considera uniones soldadas. El empalme con vigas transversales en la zona superior central del arco también es empernado, en cambio en el PID se consideró empalmes soldados. Finalmente, este cambio en la configuración de segmentos de arco (longitud y ubicación) es necesario por la adecuación del plan de montaje a ejecutarse en la obra, además del transporte de elementos a obras; según los cuales se requiere que se incluyan 4 empalmes empernados en la parte central como se aprecia en la Figura N°16.

Figura N° 16 Uniones empernadas en el arco en el tramo central

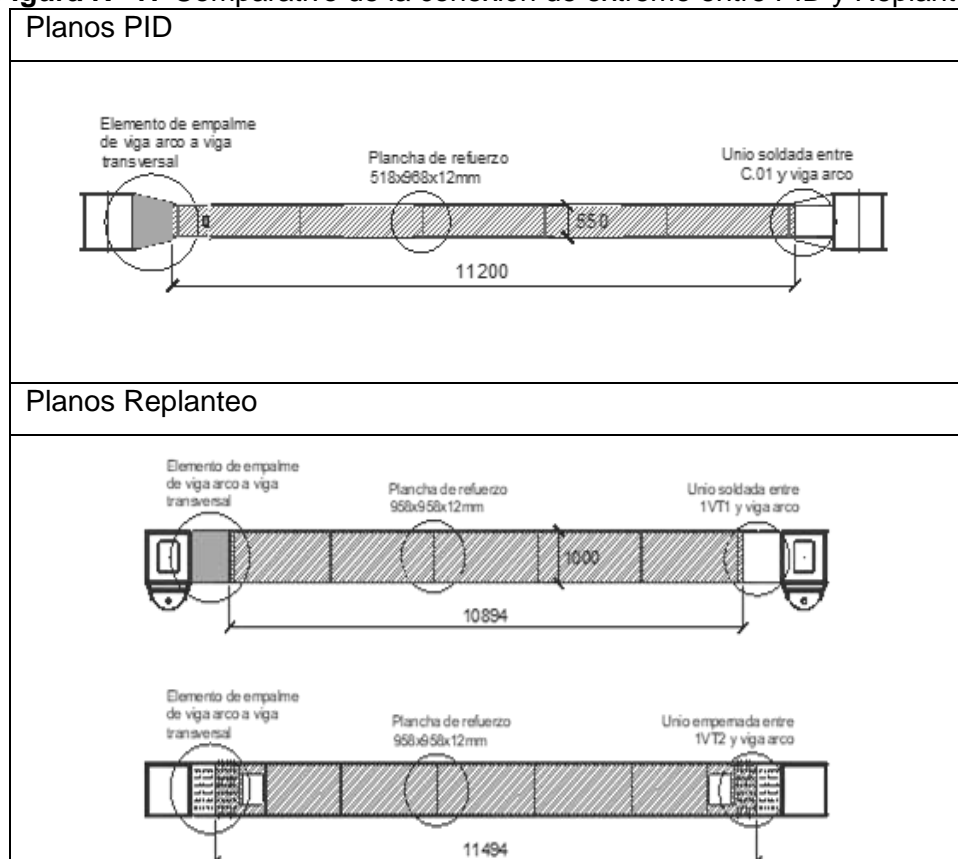


Fuente: Elaboración propia

- b) Cambio de sección en las vigas de conexión entre arcos. - En el replanteo se identificó una reducción de sección en las vigas transversales entre arcos, la cual crea un plano de falla entre elementos redundante por lo que se vio por conveniente colocar una viga transversal de igual altura que la sección de

arco de sección 1000 mm, con ello se genera una conexión directa entre almas y alas a un mismo nivel con lo que se consigue una mejora en el arriostramiento entre los arcos según se muestra en la Figura N°17 a continuación donde se muestra la comparación de la conexión de extremo del PID y del Proyecto de replanteo.

Figura N° 17 Comparativo de la conexión de extremo entre PID y Replanteo



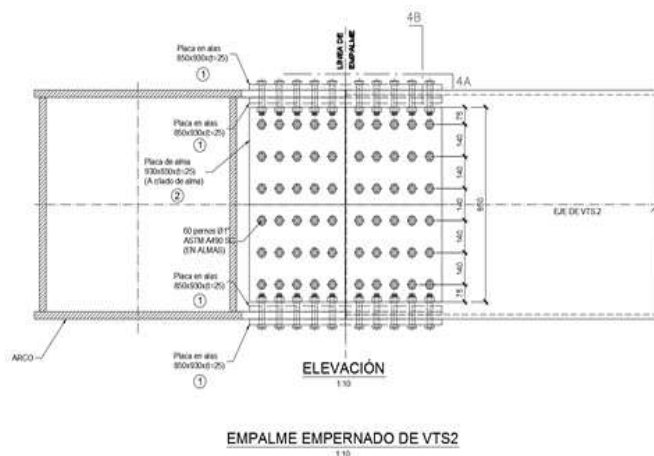
Fuente: Elaboración propia

Asimismo, la dimensión de la sección de la viga transversal en el PID es: viga de sección rectangular de 968x600mm, mientras en el replanteo la sección es cuadrada de 1000x1000mm. Diferencia de longitudes de viga transversal, debido a la forma del elemento metálico de empalme entre la viga arco y la viga transversal.

Por último, en el PID, la unión entre viga arco y viga transversal es través de soldadura únicamente; mientras que, en el Replanteo, se considera 03 vigas

transversales con unión soldada y 03 vigas transversales con unión emperrada estratégicamente ubicadas para el montaje como se aprecia en la Figura N° 16 y 17. En la Figura N°18, se presentan la viga transversal de arco y conexión según PID (planteada para empalme soldado).

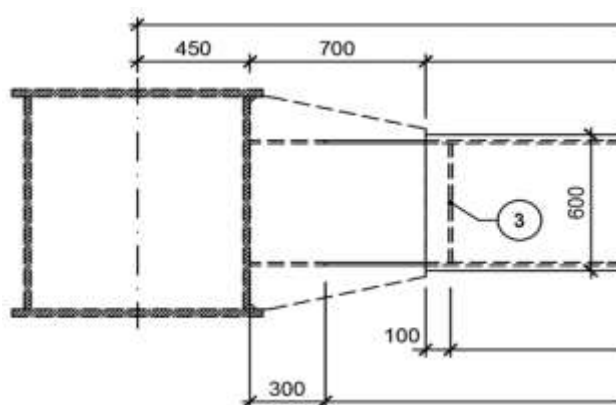
Figura N° 18 Viga transversal de Arco y conexión según PID



Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°19, se presentan la viga transversal de arco y empalme emperrado según proyecto de replanteo.

Figura N° 19 Viga transversal de arco y empalme emperrado



Fuente: Elaboración propia

- c) Planchas de unión y/o empalme entre elementos de viga arco. – La diferencia de los elementos de unión entre la viga arco y las vigas transversales, en el PID todas las uniones se proyectaron con soldadura. Mientras en el replanteo las uniones, principalmente en los componentes de la zona central superior de la viga arco se consideran empernadas. El diseño de la conexión empernada de las alas y almas para la conexión se utilizan pernos $\square 1$ " de alta resistencia tipo ASTM A490-SC y planchas ASTM A 709 Grado 50.
- d) Tablero. - El diseño del empalme de la viga principal longitudinal de acero consiste en la conexión empernada de las alas y el alma, en base a los resultados de análisis de estructura. Para la conexión se utilizan pernos de alta resistencia tipo ASTM A490-SC y planchas ASTM A 709 Grado 50. Asimismo, sigue el procedimiento indicado en la sección 6.1.3 de la especificación de diseño AASHTO LRFD BDS 8th Edition (2017); en el cual los empalmes de las alas se diseñan para desarrollar la capacidad en tracción de las alas de la viga (P_yf); los empalmes del alma se diseñan para desarrollar su capacidad en tracción y cortante. Además, se hace la verificación por deslizamiento crítico considerando las fuerzas de análisis para la combinación SERVICIO II.

5.2.2 Adecuaciones ejecutadas en el Puente 2

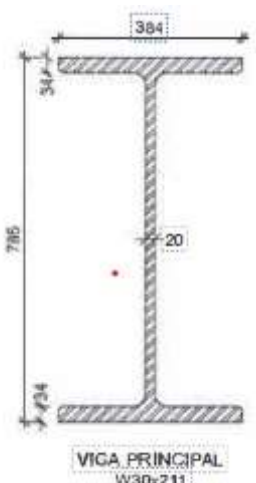
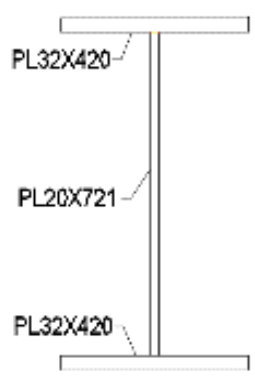
Las características principales del puente 2, esta detallado en la Tabla N° 16

5.2.2.1 Especificación técnica. La especificación técnica en relación al puente 2 es el siguiente:

- a) Arriostres. – Los arriostres L6xL6x1/2 tienen como objetivo evitar desplazamientos laterales en la fase constructiva del vaciado de la losa, previo al fraguado de las vigas y la losa aún no conforman una sección compuesta por lo que la resistencia es menor a la del diseño, tanto así que el tablero está expuesto a distorsiones horizontales que sin la existencia de los arriostres el puente experimentaría desplazamientos no considerados en el diseño. Por lo tanto, queda justificada la adición en el replanteo de los arriostres.

- b) Vigas principales. – Variación en dimensión de alas de viga principal, siendo el ancho considerado en el replanteo, mayor al ancho del ala según el PID, como se muestra en la Figura N° 20. Además, en planos de replanteo se presentan los elementos metálicos que componen las vigas principales (entre rigidizadores, perfiles y placas para unión y empalme de vigas diafragma y diagonales), lo cual no se detalla en planos del PID.

Figura N° 20 Comparativo de vigas principales

Vigas principales	
Planos PID	Planos Replanteo
	

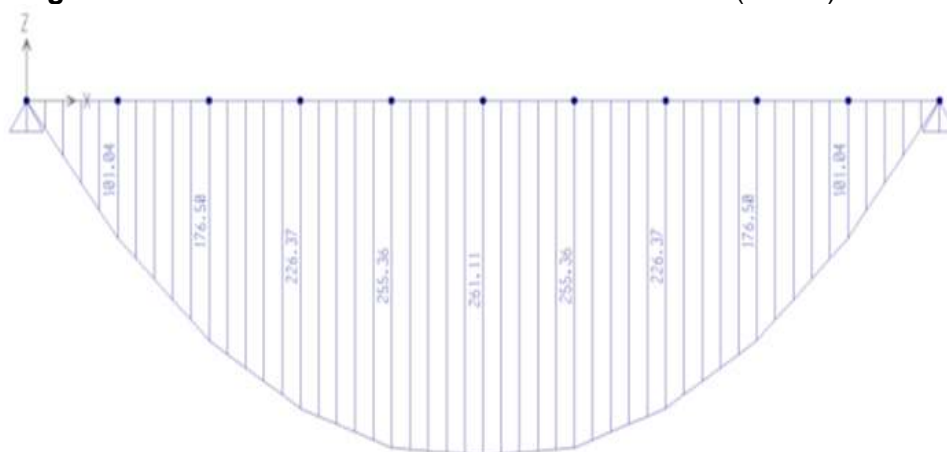
Fuente: Elaboración propia

El PID consideraba como Viga Principal la sección W30X211 cuya ala superior e inferior de sección 34x384 mm y para el alma se utilizó una sección 20x716mm, laminada en caliente, la cual no es una sección comercial; por lo tanto, sujeta a importación, lo cual significaría un aumento en los costos de fabricación.

En tal sentido, se procedió a verificar el uso de una viga fabricada a base de planchas metálicas, el cual se consideró el ala superior e inferior de sección 32x420 mm y para el alma se utilizó una sección 20x721 mm.

Para la verificación de esta sección se consideró los mismos criterios utilizados en PID y del AASHTO LRFD BDS 2014. La carga viva vehicular es la denominada HL-93 en las especificaciones de diseño AASHTO LRFD BDS 2014, la Figura N°21 muestra el diagrama de envolvente de momentos por la carga viga vehicular más el impacto (LL+I), y el correspondiente diagrama de cortante se muestra en la Figura N° 22.

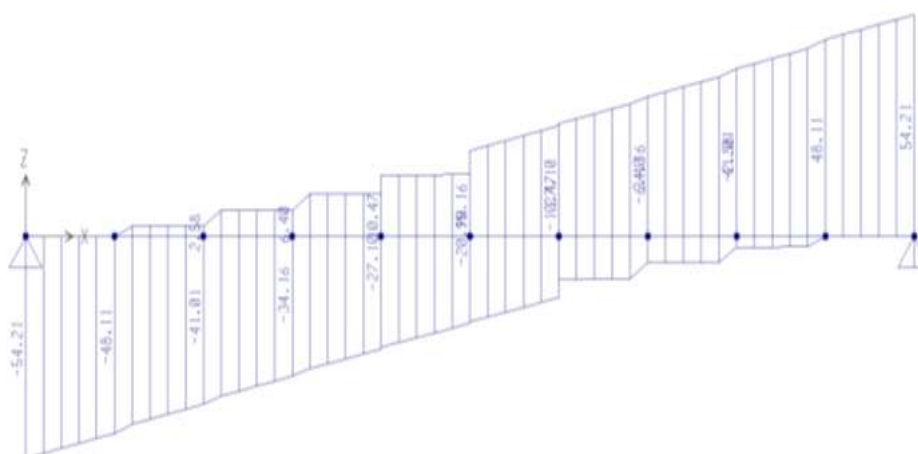
Figura N° 21 Envolvente de Momentos Flectores LL+I (Ton.m)



Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 22, se muestra diagrama cortante de la viga principal, la cual cumple para el estado límite de resistencia como también estado límite de servicio.

Figura N° 22 Envolvente de Fuerzas Cortantes LL+I (Ton)

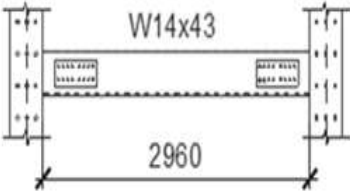
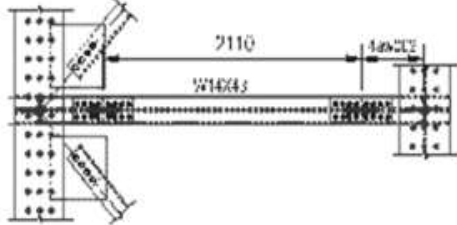


Fuente: Elaboración propia

En resumen, se replanteó la sección a base de planchas en la cual en ancho de las alas (superior e inferior) se extendió de 384 mm a 420 mm y se redujo el espesor de 34 mm a 32 mm (La plancha de 34 mm no es una sección comercial) de la sección replanteada para poder cubrir el momento resistente de la viga laminada en caliente W30x211.

- c) Vigas diafragma. – Diferencia específicamente en longitud de elementos, en el PID se considera 2.96m, mientras que en el replanteo se tiene 2.11m, como se observa en la Figura N° 23. Asimismo, las vigas diafragmas se replantean respecto a la sección dado que la sección del PID W14x43 no es comercial en el Perú. Por lo tanto, en el replanteo se vio la necesidad de considerar una viga equivalente a base de planchas metálicas.

Figura N° 23 Comparativo de vigas diafragma

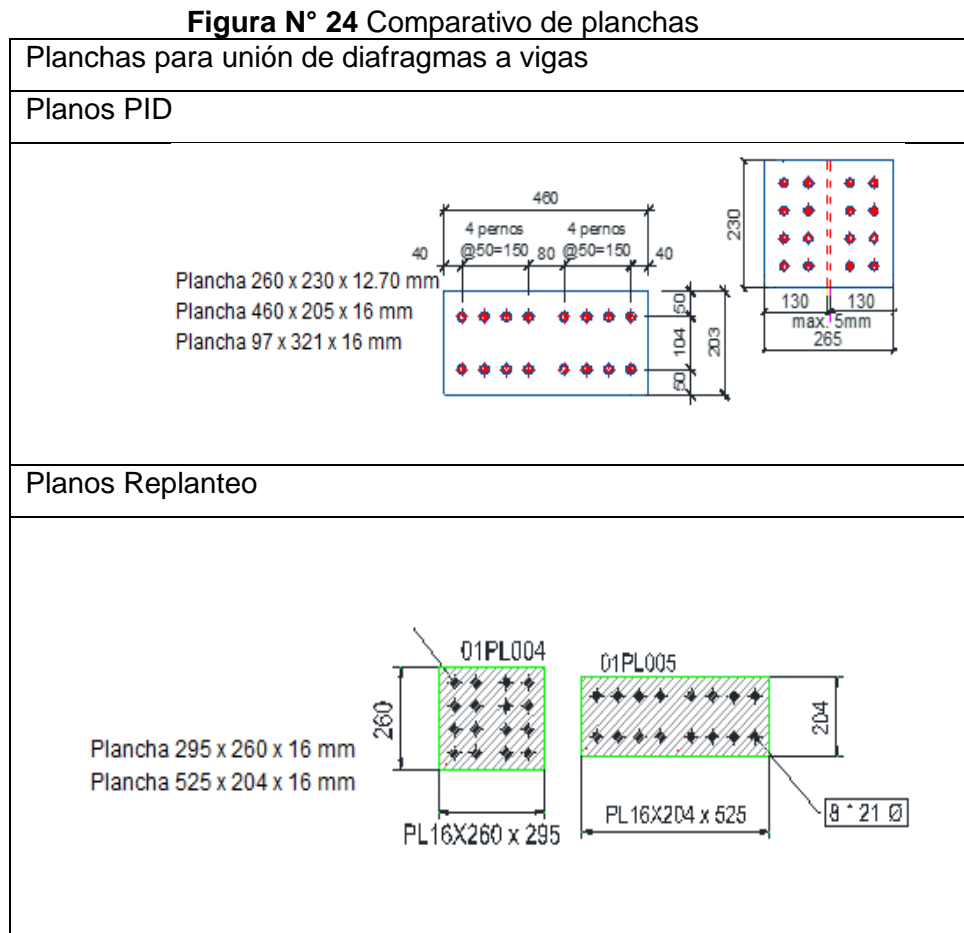
Vigas Diafragma	
Planos PID	Planos Replanteo
 <p>Diagrama de una viga diafragma W14x43 con una longitud de 2960 mm.</p>	 <p>Diagrama de una viga diafragma replanteada con una longitud de 2110 mm.</p>

Fuente: Elaboración propia

- d) Planchas p/unión de diafragmas a vigas. - En el PID se consideró solamente 24 elementos en total (esto solo es para el empalme del ala superior de la viga diafragma a la viga principal, y no se consideraron las placas de empalme del ala inferior, siendo que, el total debe ser 48 unidades).

En el replanteo se consideró 48 elementos en total (24 para el empalme del ala superior de la viga diafragma a la viga principal, y se consideró 24 para el empalme del ala inferior de la viga diafragma a la viga principal).

Por lo tanto, existe diferencia en la cantidad de planchas de conexión para unión considerada en el PID con respecto al replanteo. En la Figura N°24 se realiza un comparativo de planchas para unión de diafragmas a vigas entre el PID y replanteo.



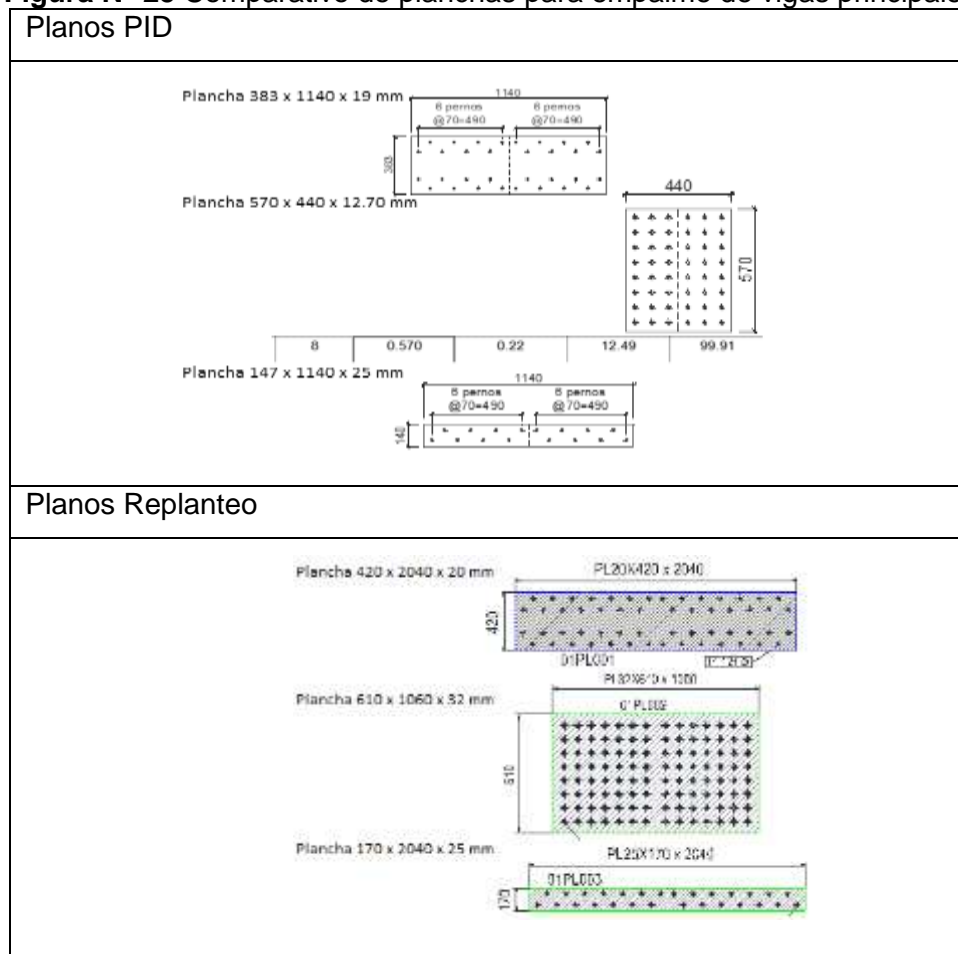
Fuente: Elaboración propia

- e) Planchas para empalme de vigas principales. – Dado que la sección de las vigas principales fue replanteada de la sección laminada en caliente **W30x211** a la sección fabricada a base de planchas metálicas cuyo ancho de alas se amplió de 384 mm a 420 mm para poder cubrir el momento resistente requerido, es por este motivo que las planchas de conexión también fueron replanteadas. Para la conexión se utilizan pernos de alta resistencia tipo ASTM A325-SC y planchas ASTM A 709 Grado 50. El diseño del empalme sigue el procedimiento de la sección 6.13 de la especificación

de diseño AASHTO LRFD BDS 8th Edition (2017). Asimismo, de acuerdo con la sección 6.13 y 6.1.4c de AASHTO LRFD BDS 2017, para secciones compuestas en flexión positiva el ala cuyos esfuerzos rigen el diseño de la conexión es el ala inferior.

En la Figura N° 25 se muestra un comparativo entre el proyecto PID y Replanteo, respecto de planchas para empalme de vigas principales.

Figura N° 25 Comparativo de planchas para empalme de vigas principales



Fuente: Elaboración propia

- f) Diagonales. – son elementos de arriostramiento de los nudos de las vigas principales y vigas diafragma, no fueron considerados en el PID, y sí fueron incluidos en el proyecto replanteado, lo que repercute en la variación de

metrados (peso y áreas), en relación a las cantidades totales estimadas para los metrados del Puente 02.

- g) Pernos y tornillos. - Los pernos, presentan variación en cantidad, debido a que las dimensiones de las planchas de empalme y/o unión para las vigas principales y las vigas diafragmas son mayores en el caso del replanteo respecto del PID. También al no haber diagonales o elementos de arriostramiento en el PID, en el replanteo se incrementa el número de pernos para la sujeción o unión de estos elementos a las vigas principales y vigas diafragma.

5.2.3. Adecuaciones ejecutadas en el Puente 3

Las características principales del puente 3, esta detallado en la Tabla 17

5.2.3.1. Especificación técnica. La especificación técnica en relación al puente 3 es el siguiente:

- a) Diagonales. - Los arriostres diagonales L6xL6x1/2 tienen como objetivo evitar desplazamientos laterales en la fase constructiva del vaciado de la losa, previo al fraguado de las vigas y la losa aún no conforman una sección compuesta por lo que la resistencia es menor a la del diseño, tanto así que el tablero está expuesto a distorsiones horizontales que sin la existencia de los arriostres el puente experimentaría desplazamientos no considerados en el diseño.

Por lo tanto, queda justificada la adición en el replanteo de los arriostres; asimismo, el PID considera la adición de Arriostres diagonales en los planos de estructuras dejando para el replanteo el dimensionamiento de las secciones y cartelas de conexión.

- b) Pernos y tornillos. - Los pernos, presentan variación en cantidad, debido a que las dimensiones de las planchas de empalme y/o unión para las vigas principales y las vigas diafragmas son mayores en el caso del replanteo respecto del PID. También al no haber diagonales o elementos de arriostramiento en el PID, en el replanteo se incrementa el número de pernos para la sujeción o unión de estos elementos a las vigas principales y vigas diafragma.

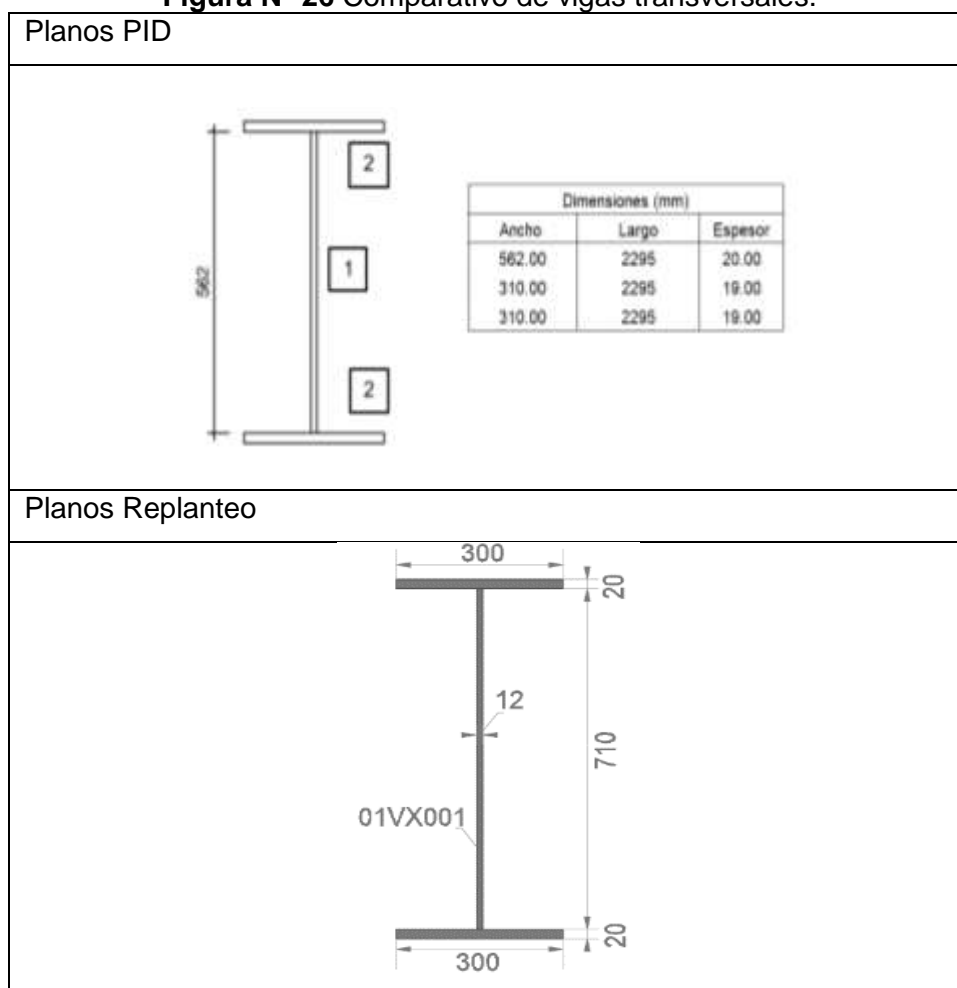
- c) Rigidizadores. - Los rigidizadores a los que se refiere el PID, se trata de placas soldadas entre el ala y el alma de la viga principal, y las caras externas de las alas de los diafragmas.

En tanto que, en el despiece de replanteo, los rigidizadores se incluyen en el tipo de viga; por lo tanto, su cuantificación en peso también se incluye dentro del elemento antes mencionado. Los rigidizadores de la viga principal son diseñados como elementos auxiliares en la estabilidad de la viga.

El rigidizador funciona en conjunto con el alma de la viga principal como una columna "Tee" armada a partir de placas, la cual transmite la flexión producto del cálculo de la estabilidad de la viga principal fuera del plano.

- d) Conexiones empernadas en vigas principales. – Las vigas principales de este puente alcanzan los 31.70 entre ejes de apoyo, el cual hace inviable transportarlas en una sola pieza por lo que se previó la construcción en 3 piezas. Asimismo, para un elemento principal la soldadura debe ser garantizada, en condiciones adecuadas y con los controles adecuados. Por otro lado, en el replanteo se implementó conexiones empernadas dividiendo las vigas en 3 segmentos para minimizar el soldeo en obra, evitando las condiciones desfavorables que podría ocurrir.
- e) Cambio en las secciones de las vigas principal y transversal. – respecto a la viga transversal en la plancha de 19mm fue reemplazado por 20mm; debido a que, se adecuo los espesores de las planchas a la disponibilidad del mercado. Del mismo modo, se indica que también se reduce las alas superiores del perfil, como se evidencia en la Figura N°26, donde se presentan el comparativo de las vigas transversales del PID y replanteo.

Figura N° 26 Comparativo de vigas transversales.



Fuente: Elaboración propia

5.2.4 Adecuaciones ejecutadas en el Puesto 4

Las características principales del puente 4, esta detallado en la Tabla N° 18.

5.2.4.1 *Especificación técnica.* La especificación técnica en relación al puente 4 es el siguiente:

- a) Arriostres horizontales superiores de Tablero. – El PID considera arriostres horizontales de tablero de sección L4"x4"x3/8", mientras que en el replanteo se han considerado arriostres tipo T PL25x315.

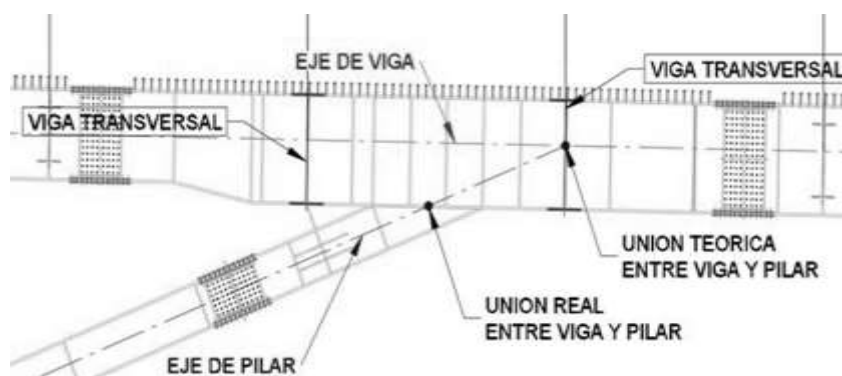
Este elemento se justifica debido a que presenta una menor excentricidad que los arriostres tipo L considerados en el PID, dado que estos arriostres generalmente soportarán tracciones y tienen como principal objetivo evitar desplazamientos laterales en la fase constructiva del vaciado de la losa, previo al fraguado las vigas en esta etapa la losa aún no conforman una sección compuesta por lo que la resistencia es menor a la del diseño, tanto así que el tablero está expuesto a distorsiones horizontales que sin la existencia de los arriostres el puente experimentaría desplazamientos no considerados en el diseño.

Por lo tanto, queda justificada la adición en el replanteo de los arriostres. El PID considera la adición de arriostres diagonales en los planos de estructuras dejando para el replanteo el dimensionamiento de las secciones y cartelas de conexión.

- b) Arriostres horizontales inferiores de Tablero. - El PID no considera elementos de arriostre horizontales inferiores para las vigas metálicas del tablero como se evidencia en la Figura N° 27

El PID considera un modelo estructural utilizando elementos tipo “Beam”, por lo que el encuentro entre los pilares inclinados y las vigas principales se produce en el eje de estos, esto sumado a que el ángulo de inclinación de los pilares es muy agudo, implica que la viga transversal que amarra este encuentro quede desfasada de la unión.

Figura N° 27 Encuentro eje de la viga y pilar

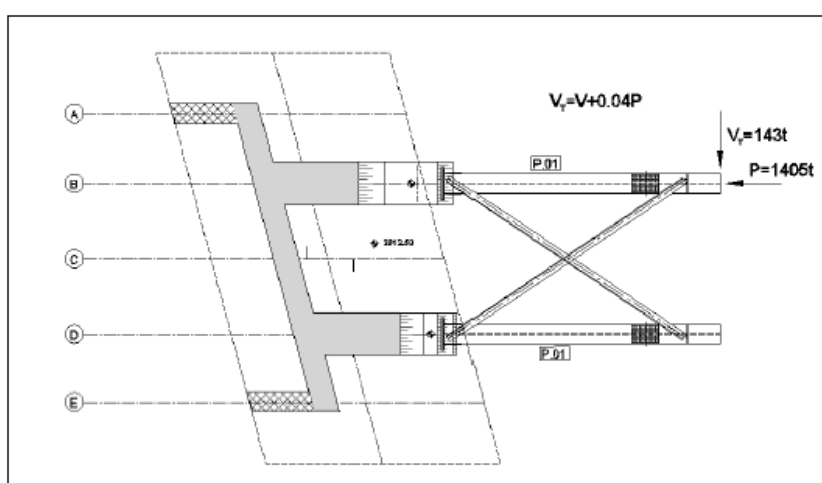


Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, es necesario que se coloquen diagonales que arriostren lateralmente las terminaciones de los pilares inclinados “patas” en las alas inferiores de vigas principales, de forma que trasladen el cortante que se transmitiría de la estructura principal a las patas.

En el replanteo se determinan las fuerzas que actúan en los pilares inclinados (axiales, momento y cortantes) teniéndose el siguiente esquema de fuerzas finales que se presenta en la Figura N° 28.

Figura N° 28 Fuerzas que actúan en los pilares inclinados



Fuente: Elaboración propia

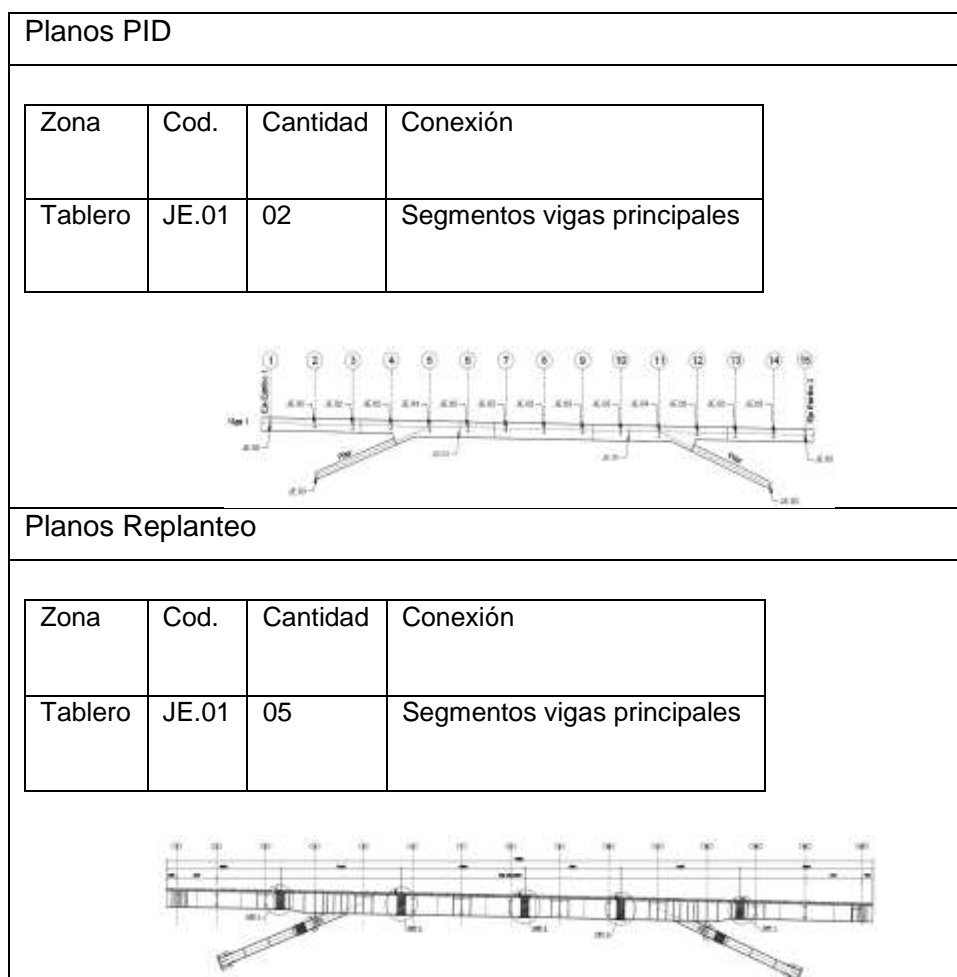
c) Conexiones emperradas en segmento de Vigas Principales. - Las variaciones principales corresponden a los segmentos de vigas principales, dado que en el PID se consideraban solo dos juntas emperradas por viga. En el replanteo se consideró adicionar 03 juntas emperradas en la viga principal para poder realizar el montaje de la estructura conforme a las recomendaciones del PID y a su vez evitar realizar soldaduras en campo, tomando en cuenta que el plataformado provisional (las torres de apoyo), sobre el río debe tener el menor tiempo de uso para evitar crecidas en el río.

El diseño del empalme de la viga principal de acero consiste en la conexión emperrada de las alas y el alma, en base a los resultados de análisis de estructura. Para la conexión se utilizan pernos de alta resistencia tipo ASTM A490-SC y planchas ASTM A 709 Grado 50.

El diseño del empalme sigue el procedimiento indicado en la sección 6.13.6.1.3 de la especificación de diseño AASHTO LRFD BDS 8th Edition (2017); en el cual los empalmes de las alas se diseñan para desarrollar la capacidad en tracción de las alas de la viga (P_{yf}); los empalmes del alma se diseñan para desarrollar su capacidad en tracción y cortante.

Se expone el caso crítico de empalme en sección de flexión positiva. De acuerdo con la sección 6.13 y 6.1.4c de AASHTO LRFD BDS 2017, para secciones compuestas en flexión positiva el ala cuyos esfuerzos rigen el diseño de la conexión es el ala inferior. En la Figura N° 29 se muestra el comparativo entre las conexiones empernadas tanto en el PID y Replanteo.

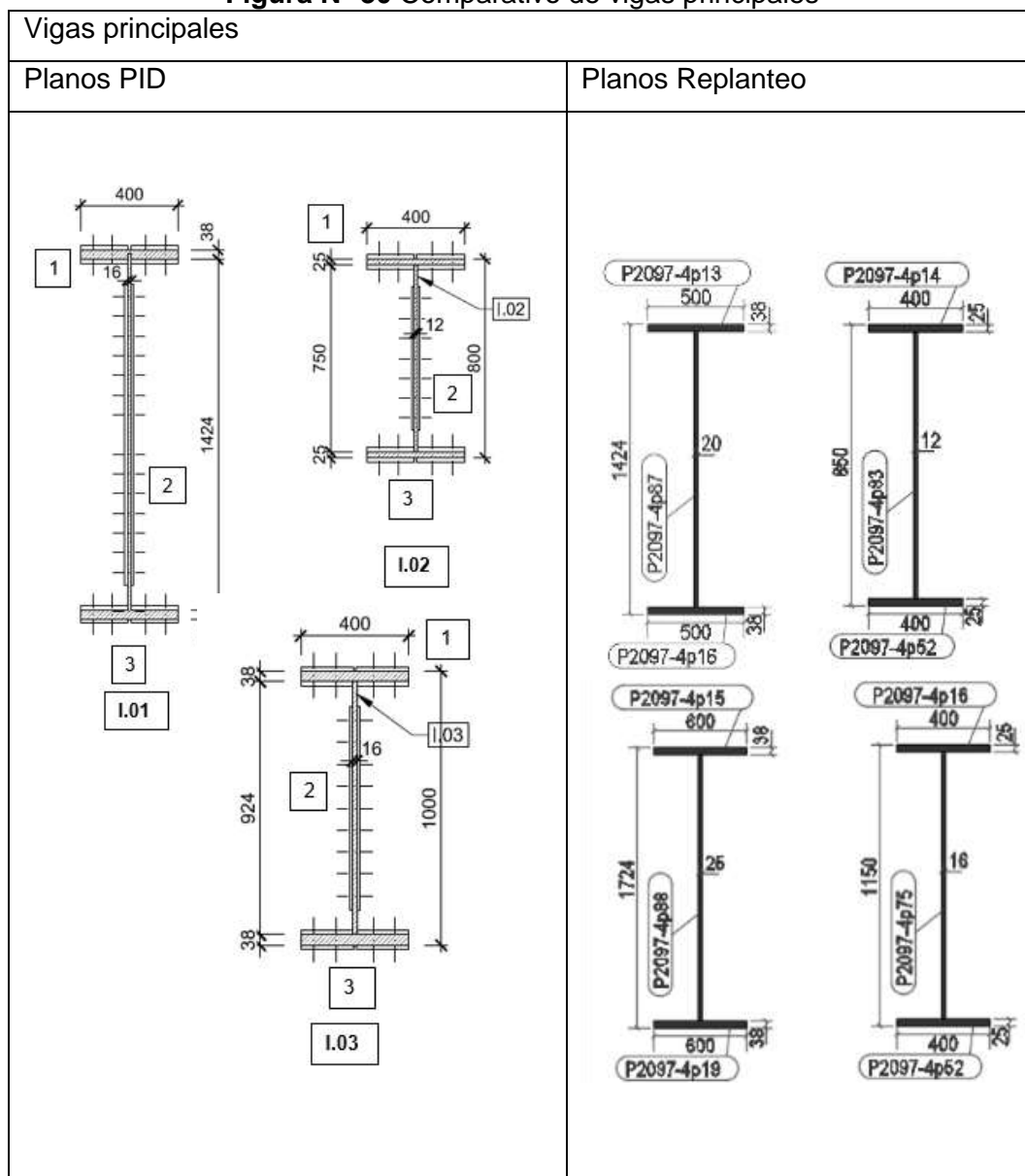
Figura N° 29 Comparativo de conexiones empernadas en segmento de vigas principales



Fuente: Elaboración propia

- d) Vigas principales. - Las vigas principales tienen diferentes secciones a lo largo de su traza, se presenta diferencia en secciones y longitudes como se evidencia en la Figura N°30.

Figura N° 30 Comparativo de vigas principales



Fuente: Elaboración propia

En la etapa del proceso de replanteo implicó la revisión de todas las secciones resistentes de las vigas principales, en tal sentido se tienen actualizaciones tanto en peraltes como en espesores de planchas.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En cuanto al análisis de los resultados se indica que en los 4 puentes del proyecto se produjo adecuaciones como se explica en el capítulo 5; en ese sentido, se va a presentar en cada puente su variación como se muestra a continuación:

6.1. PUENTE 1

Para el puente 1 se presenta el siguiente análisis:

- Se implementa juntas empernadas de acuerdo al plan de montaje, debido a que, para desplazar los elementos de los puentes no se puede llevar peso más del peso que exige las normas de transporte de nuestra carretera.
- El peso del puente aumenta por las planchas de unión y/o empalme entre elementos de viga arco y las vigas transversales; porque, en el PID las uniones son con soldadura y mientras en el replanteo las uniones son generalmente son empernadas.
- Se incrementa la sección de la viga transversal en el replanteo respecto al PID, a razón a la forma del elemento metálico de empalme entre la viga arco y transversal.
- No analizar a detalle la topografía del río con lleva a adecuar las uniones para poder maniobrar en el momento del izaje de los componentes del puente principalmente de las vigas del arco. Asimismo, en el PID se considera los empalmes sin considerar el peso de la grúa puede levantar y hacer maniobras. Dando como resultado que se aumenta el metrado en la etapa del replanteo.
- En los metrados del PID respecto a las vigas principales del tablero del puente se produce un error material; es decir, se calcula mal el metrado. En consecuencia, produce una variación de metrado la cual ocasiona un aumento al presupuesto del proyecto.

Se realiza el comparativo del metrado del Puente 1 respecto a la partida más incidente del arco metálico ver Tabla N° 20 y del tablero metálico Tabla N° 21, cuya partida es: 557 Fabricación y montaje de estructura metálica G50

En la Tabla N° 20, se evidencia la comparación del metrado del PID y replanteo para la Partida Fabricación y Montaje de estructura G50 para el Arco.

Tabla N° 20 Comparativo de metrado para el Arco

Actividades	Metrado de PID (ton)	Metrado de Replanteo (ton)	Diferencia de Metrado (ton)
Viga Arco	273.63	280.9	7.27
Viga Transversal	30.83	44.7	13.87
Planchas p/empalme de vigas arco	0	17.07	17.07
Planchas p/unión de vigas transversales a vigas arco	0	7.96	7.96
Pernos y/o tornillos	0	3.01	3.01
TOTAL	304.46	353.64	49.18

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 21, se evidencia la comparación del metrado del PID y replanteo para la Partida Fabricación y Montaje de estructura G50 para el Tablero del Puente 1.

Tabla N° 21 Comparativo de metrado para el Tablero

Actividades	Metrado de PID (ton)	Metrado de Replanteo (ton)	Diferencia de Metrado (ton)
Viga Principales	183.65	224.61	40.96
Planchas p/empalme de vigas	13.9	33.61	19.71
Pernos y/o tornillos		7.97	7.97
TOTAL	197.55	266.19	68.64

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Tabla N° 22, se muestra el resumen de la Variación de metrados para el puente 1 respecto a las subpartidas que se está analizado para el presente estudio.

Tabla N° 22 Variación de metrado de las subpartidas del puente 1

		PUENTE 01	
		Inicio:	
		240+179.01	
		Fin:	
		240+286.50	
ITEM.	DESCRIPCIÓN DE PARTIDA	UND	
600	PUENTES		
557	Fabricación y montaje de estructura metálica G50	Ton	117.82
557.A	Preparación superficial de estructura metálica	m2	682.17
557.B	Aplicación de pintura en estructuras metálicas	m2	75.97
557.C	Conectores tipo stud 22 mm	u	6,320.00

Fuente: Elaboración propia

6.2. PUENTE 2

Para el puente 2 se presenta el siguiente análisis:

- Respecto a las vigas principales se realizó el cambio de sección W30X211 a 32X420 mm con un alma de 20X271 mm; debido a que, el primero no es una sección comercial. Por ese motivo, está sujeta a importación que aumentaría los costos de fabricación; por lo tanto, se decidió la fabricación de materiales disponibles en el mercado.
- Se adiciona 10 arriostres diagonales L6xL6x 1 /2,6, arriostres en los extremos L6xL6x1/2, planchas de conexión entre las vigas principales y arriostres como también todos los pernos colocados para sus conexiones. Los que indican que su objetivo es evitar desplazamientos laterales en la fase constructiva del vaciado de la losa. Asimismo, los arriostramientos provisionales o temporales son necesarios para la fase constructiva de montaje para trazar in situ el dimensionamiento y evitar los desplazamientos de toda la estructura metálica.
- Debido a la variación de perfiles de las vigas principales, transversales, planchas de empalme, planchas de unión y rigidizadores se genera mayores metrados en todos los elementos mencionados. Del mismo modo, se considera que los mayores metrados de las partidas de pintura y preparación superficial son consecuencia del cambio de perfiles el cual da como resultado que se incremente el costo de la obra.

En la Tabla N° 23, se evidencia la comparación del metrado del PID y replanteo para la Partida Fabricación y Montaje de estructura G50 para el Puente 2.

Tabla N° 23 Partida fabricación y montaje de estructura metálica G50

Actividades	Metrado de PID (ton)	Metrado de Replanteo (ton)	Diferencia
			de de Metrado (ton)
Vigas principales	27.88	32.71	4.83
Diafragma	2.27	1.65	-0.62
Empalme de viga	1.13	3.29	2.16
Unión diafragma viga	0.47	1.02	0.55
Rigidizadores y placas	0.73	1.72	0.99
Tornillos	0.29	1.16	0.87
TOTAL	32.77	41.55	8.78

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 23, se genera una diferencia negativa en las vigas diafragma debido a que los metrados de replanteo incluyen en las vigas principales las conexiones de perfil W14x43.

Finalmente, el resumen de la Variación de metrados para el puente 2 respecto a las subpartidas es el siguiente como se evidencia en la Tabla N° 24:

Tabla N° 24 Variación de metrado de las subpartidas del puente 2

ITEM.	DESCRIPCIÓN DE PARTIDA	UND.	PUENTE 02
			Inicio: 240+521.74 Fin: 240+543.14
600	PUENTES		
557	Fabricación y montaje de estructura metálica G50	Ton	8.78
557.A	Preparación superficial de estructura metálica	m2	175.92
557.B	Aplicación de pintura en estructuras metálicas	m2	98.48
557.C	Conectores tipo stud 22 mm	u	564.00

Fuente: Elaboración propia

6.3. PUENTE 3

Para el puente 3 se presenta el siguiente análisis:

- Respecto a las vigas principales se realizó el cambio de sección W19X600 a W25X500 mm con un alma de W12X1443 mm a W16X1437 mm; debido a que, a la disponibilidad de los espesores en el mercado nacional. Asimismo, para las vigas transversales se realizó el cambio de sección a razón que el espesor de 19mm no tenía disponibilidad en el mercado nacional a 20mm evitando traer de importación el cual ocasionaría un mayor costo para la obra.
- La armadura es una viga compuesta por elementos esbeltos conectados por sus extremos. La implementación de arriostres L6xL6x1/2, tienen como objetivo rigidizar y evitar desplazamientos laterales en la fase constructiva previo al fraguado de la losa, donde aún no conforman una sección compuesta por lo que la resistencia es menor a la del diseño, tanto así que el tablero está expuesto a distorsiones horizontales que sin la existencia de los arriostres el puente experimentaría desplazamientos no deseados.
- En el replanteo del puente implicó implementar conexiones empernadas a fin de evitar realizar soldadura en campo de elementos principales y así garantizar la mayor confiabilidad estructural del puente. Se considera que los mayores metrados generados en los elementos mencionados son consecuencia del cambio la cual cumple con las normas vigentes.
- Debido a la variación de perfiles de las vigas principales y las transversales, se realiza la adecuación de las planchas de empalme, planchas de unión, rigidizadores, pernos y tornillos bajo soportes de cálculo, el cual genera mayores metrados en todos los elementos mencionados. Del mismo modo, considera que los mayores metrados de las partidas de pintura y preparación superficial son consecuencia del cambio de perfiles y los elementos mencionados que afectan al costo de la obra.

Se realiza el comparativo del metrado del Puente 3 respecto a la partida más incidente ver Tabla N° 25, cuya partida es: 557 Fabricación y montaje de estructura metálica G50.

En la Tabla N° 25, se evidencia la comparación del metrado del PID y replanteo para la Partida Fabricación y Montaje de estructura G50 para el Puente 3.

Tabla N° 25 Partida fabricación y montaje de estructura metálica G50

Actividades	Metrado de PID (ton)	Metrado de Replanteo (ton)	Diferencia	
			de Metrado	de (ton)
Vigas V01 - V02	35.91	78.41		16.22
Vigas V03 - V04	26.28			
Vigas V05	8.57	7.77	-	0.80
Juntas	10.16	15.56		5.40
Rigidizaciones de extremidad	2.74	3.22	-	2.74
Diagonales	0	2.48		2.48
Pernos	0	4.29		4.29
descuentos orificios	0	-1.53	-	1.53
TOTAL	83.66	110.20		26.54

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 25, se precisa que el metrado del PID en referencia a los diagonales, pernos no se consideró; debido a un error. Sin embargo, en el replanteo se corrige como también se realiza un descuento por los orificios de los pernos.

Finalmente, el resumen de la Variación de metrados para el puente 3 respecto a las subpartidas es el siguiente como se evidencia en la Tabla N° 26:

Tabla N° 26 Variación de metrado de las subpartidas del puente 3

DESCRIPCIÓN DE PARTIDA	UND.	PUENTE 03	
		Inicio: 240+698.30	Fin: 240+730.00
PUENTES			
Fabricación y montaje de estructura metálica G50	Ton		26.54
Preparación superficial de estructura metálica	m2		468.08
Aplicación de pintura en estructuras metálicas	m2		344.34
Conectores tipo stud 22 mm	u		1,340.00

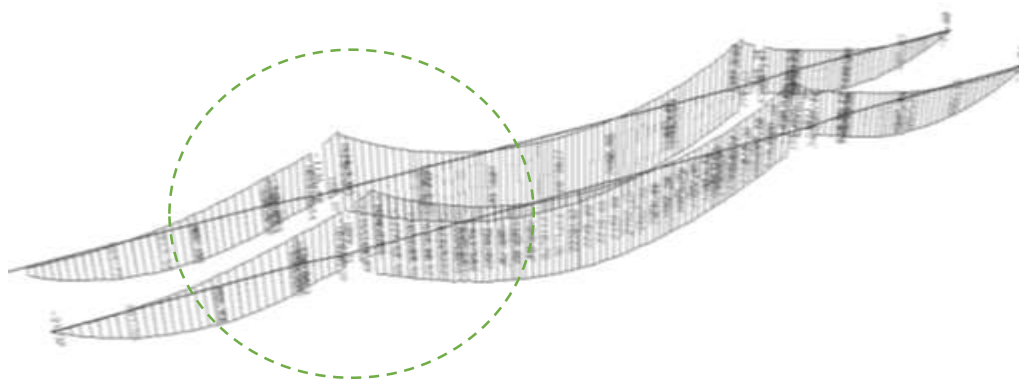
Fuente: Elaboración propia

6.4. PUENTE 4

Para el puente 4 se presenta el siguiente análisis:

- Respecto a las vigas principales de acuerdo al PID, los puntales inclinados están emplazados en la transición de la sección del tramo central (H=1800 mm) y los tramos extremos (H=1500 mm). En el replanteo, se propone una mejora estructural haciendo que la intersección de las columnas inclinadas sea en una sección reforzada al tratarse de un NUDO. Esto es necesario, puesto que claramente se ve en los diagramas de momento (Envolventes) que las solicitaciones del momento flector influyen en el nudo y zonas adyacentes. Como se observa en la Figura N° 31.

Figura N° 31 Momento flector que influyen en el nudo y zonas adyacentes



Fuente: Elaboración propia

- De acuerdo con el análisis estructural del replanteo de obra, se optó por diagonales de arriostramiento con secciones tipo “WT” soldadas, puesto que las previstas en el PID, tenían razones netamente de arriostre y en la verificación de replanteo se vio la necesidad y su aporte estructural en algunos estados límites que gobiernan el diseño y la normativa actual. Se verifican por Flexo-Compresión según el artículo 6.9.2.2 de AASHTO. La resistencia a compresión se calcula según los artículos 6.9.4.1 y 6.9.4.2 de AASHTO, la longitud se consideró como la distancia entre nudos, se adoptó conservadoramente $K_x = K_y = 0.75$. La resistencia a flexión se calculó según la sección 6.12.2.2 de AASHTO. Por otra parte, se debe aclarar que la implementación de estas diagonales no es temporal y si corresponden a

elementos necesarios para el montaje y respuesta estructural, los cuales no pueden ser removidos luego del endurecimiento de la losa.

- La fabricación en taller garantiza los procesos de soldadura y sus correspondientes ensayos de control de calidad; en el proyecto de replanteo, para garantizar la calidad de fabricación, se optó por reducir las uniones soldadas a ser ejecutadas en campo y cambiarlas a uniones empernadas que también son adecuadas para el premontaje en este tipo de puentes por la precisión. Se considera mayores metrados en consecuencia del cambio de juntas, que técnicamente el recalcu del puente cumple con las normas el cual esta incrementado al costo del proyecto
- Debido a la variación de perfiles de las vigas principales y las diagonales, se realizó las adecuaciones de las planchas de los empalmes, planchas de uniones, rigidizadores y pernos. El cual genera un mayor metrado para el puente.
- Debido a la variación de perfiles de las vigas principales, transversales, planchas de empalme, planchas de unión y rigidizadores se genera mayores metrados en todos los elementos mencionados. Del mismo modo, se considera que los mayores metrados de las partidas de pintura y preparación superficial son consecuencia del cambio de perfiles el cual da como resultado que se incremente el costo de la obra.

Se realiza el comparativo del metrado del Puente 4 respecto a la partida más incidente ver Tabla N° 27, cuya partida es: 557 Fabricación y montaje de estructura metálica G50.

En la Tabla N° 27, se evidencia la comparación del metrado del PID y replanteo para la Partida Fabricación y Montaje de estructura G50 para el Puente 4.

Tabla N° 27 Partida fabricación y montaje de estructura metálica G50

Actividades	Metrado de PID (ton)	Metrado de Replanteo (ton)	Diferencia de Metrado (ton)
Viga Principales	164.2	237.89	73.69
Arriostres p/diagonales	1.54	0.52	-1.02
Diagonales	0	23.55	23.55
Planchas p/empalme de vigas	27.4	27.49	0.09
Lainas p/unión de vigas	0	0.5	0.5
Pernos y/o tornillos	0	10.09	10.09
TOTAL	193.14	300.04	106.9

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27, se indica que el metrado para los diagonales y pernos respecto al PID aprobado se produce un error material; debido a que, al momento de jalar al resumen general no se hicieron el proceso adecuado. Ocasionado que en el presupuesto para este puente en la subpartida fabricación y montaje de estructura metálica tenga un metrado errado.

Finalmente, el resumen de la Variación de metrados para el puente 4 respecto a las subpartidas es el siguiente como se exhibe en la Tabla N° 28:

Tabla N° 28 Variación de metrado de las subpartidas del puente 4

PUENTE 04			
ITEM.	DESCRIPCIÓN DE PARTIDA	UND.	Inicio: 241+853.50 Fin: 241+918.50
600	PUENTES		
557	Fabricación y montaje de estructura metálica G50	Ton	106.90
557.A	Preparación superficial de estructura metálica	m2	761.65
557.B	Aplicación de pintura en estructuras metálicas	m2	677.01
557.C	Conectores tipo stud 22 mm	u	2,752.00

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 29, se presenta el resumen total de los 4 puentes del proyecto con las 4 subpartidas relacionados a estructuras metálicas. Se recalca que las variaciones de los metrados son consecuencias de diversos factores que se indicaron durante el desarrollo del presente informe.

Tabla N° 29 Variación de metrados total de los 4 puentes

ITEM.	DESCRIPCIÓN DE PARTIDA	Und.	TOTAL
600	PUENTES		
557	Fabricación y montaje de estructura metálica G50	Ton	260.05
557.A	Preparación superficial de estructura metálica	m2	2,087.82
557.B	Aplicación de pintura en estructuras metálicas	m2	1,195.80
557.C	Conectores tipo stud 22 mm	und	10,976.00

Fuente: Elaboración propia

Este proyecto es una Concesión cuyo contrato es una Asociaciones Público Privada (APP), se precisa que el término del contrato es en el 2030. La modalidad de este proyecto es a precio unitario; en ese sentido, para este caso durante la ejecución del proyecto se realiza las adecuaciones al proyecto que afecta al monto contractual como se presenta en la Tabla N° 30. Se recalca que los precios unitarios no varían son los mismos del proyecto contractual.

Tabla N° 30 Variación del monto contractual de los 4 puentes

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDA	Und.	PRECIO US \$/.	METRADO TOTAL	TOTAL
600	PUENTES				
557	Fabricación y montaje de estructura metálica G50	Ton	8,829.20	260.05	2,296,033.46
557.A	Preparación superficial de estructura metálica	m2	38.57	2,087.82	80,535.57
557.B	Aplicación de pintura en estructuras metálicas	m2	64.65	1,195.80	77,304.17
557.C	Conectores tipo stud 22 mm	Und.	3.3	10,976.00	36,225.19
	Costo Directo (\$)				2,490,098.39

Fuente: Elaboración propia

El Costo Directo de la obra es: \$ 20,240,163.56 (como se precisa en la Tabla N° 2), el Monto de la Variación es: \$2,490,098.39 (como se presenta en la Tabla N°30); asimismo, el porcentaje de variación del monto contractual sería: 12.30%. Finalmente, se indica que el monto de la variación es al 15 de diciembre 2020, cuyo tipo de cambio es igual a 3.5909.

CONCLUSIONES

1. En el presente trabajo de suficiencia profesional se ha cumplido con los objetivos del estudio; asimismo, se precisa que la variación de los metrados era necesario para la finalidad del proyecto. Además, se indica que la partida más incidente viene hacer la fabricación y montaje de estructura metálica, cuya variación de metrado es 260.05 ton respecto del metrado contractual.
2. El proyecto, se caracteriza por poseer relieves muy accidentados y laderas empinadas lo cual ocasiona que aparezcan sectores críticos en el transcurso del tramo de estudio. Los sucesos indicados conllevan a que se evalué soluciones teniendo en cuenta los aspectos técnicos, ambientales, económicos y seguridad.
3. La primera alternativa de solución es por la margen izquierda mediante un Túnel y la segunda, es por la margen derecha a través de una carretera con 4 puentes. El MTC aprobó mediante el oficio N° 0675-2016-MTC, la segunda alternativa cuyo monto del presupuesto era la más económica respecto al Túnel en \$29,471,940.14.
4. De acuerdo a los estudios geológicos se define como una cota segura para el nuevo trazo de la carretera a una elevación de 2410 msnm; asimismo, se analizaron los tipos de riesgos geológicos para cada periodo de retorno en relación a la probabilidad de ocurrencias de evento geológico. Finalmente, se efectuó una modelación hidráulica del cauce del río para 20, 50, 100 y 500 años de período de retorno lo cual se determinó que los puentes propuestos sobre el Río San Gabán tienen suficiente capacidad hidráulica.
5. Para la alternativa del Túnel, se encuentra dos zonas de deslizamiento cercanos al portal de entrada y salida lo que podrían ocasionar un peligro inminente de colapso parcial o total cuando se active las zonas de deslizamiento; del mismo modo, el análisis de inundación evidencia que los niveles de agua para los distintos periodos de retorno, llegan al pie de dicho deslizamiento lo cual aumenta la probabilidad de erosión de la misma.
6. La alternativa aprobada presenta una carretera cuya longitud es de 2160 m aproximadamente; 4 puentes de diferentes tipos de estructura las cuales son: la primera consiste en un arco con péndulas, la segunda como la tercera está conformada por vigas de acero y una losa de concreto, el último puente es un

puede ser de marco rígido; asimismo, 8 muros de concreto armado, alcantarillas, cunetas y badenes.

7. Las adecuaciones al proyecto se dan en los 4 puentes; debido a que, no se analizó a detalle en el PID, cuando empezó la etapa de replanteo era necesario su implementación. Asimismo, las adecuaciones se sustentaron ante la Supervisión de Obra lo cual se aprobó y como consecuencia se da un incremento en el monto valorizado del proyecto que en comparación al monto contractual presenta un aumento del 12,30%.

RECOMENDACIONES

1. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), deben valorar mejor las propuestas planteadas por parte de la Concesionaria, para dar solución a los problemas que se presentan en los proyectos; Porque, los estudios geológicos evidencian que se trata de una zona muy dinámica que podría afectar a la seguridad de los ciudadanos; por lo tanto, la alternativa del Túnel era una opción potencial para su ejecución a pesar que su monto era casi el doble respecto a la alternativa de la carretera.
2. Resulta oportuno indicar que si bien se analizaron los riesgos geológicos e hidráulicos de ambas alternativas de solución. Para evaluar qué proyecto es la solución al problema; sin embargo, no se analizaron o fue analizado sin la exigencia ante los riesgos de procura, ambientales, recursos, sociales que podría ocasionar efectos negativos para el proyecto y, en consecuencia, un perjuicio al Estado
3. Resulta imprescindible mapear de la manera más idónea las diversas etapas de la construcción del proyecto como por ejemplo no se tomó importancia el peso máximo de transporte de las vigas de acero que puede desplazarse por las vías de transporte desde Lima a Obra.
4. Resulta imperativo que la Concesionaria después de diseñar los perfiles de las estructuras metálicas con normas internacionales, la cual algunas de ellas no son comerciales en el mercado nacional. Por lo tanto, debe realizar la equivalencia para la construcción y presentar ante el MTC con la finalidad que ellos tengan conocimiento antes de la aprobación de un proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Agencia de la Inversión privada. (2005). *Concesión del tramo vial Inambari – Azángaro del proyecto corredor vial Interoceánica Sur, Perú – Brasil. Tramo 4: Inambari – Azángaro*. <https://www.ositran.gob.pe/anterior/carreteras/iirsa-sur-t4/>
- [2] ASSTHO. (2014). *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications*. <https://aportesingecivil.com/aashto-lrfd-bridge-design-specifications-7th-edition-2014/>
- [3] ASSTHO. (2017). *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications*. <https://aportesingecivil.com/aashto-lrfd-bridge-design-specifications-8th-edition-2017/>
- [4] ASSTHO. (1993). *Guide for Design of Pavement Structures*. <https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>
- [5] Ávila, J. (2019). *Aplicación de la simulación Monte Carlo para el control de ampliaciones de plazo y adicionales en obras públicas con base en un análisis de las obras ejecutadas en el distrito de San Isidro, periodo 2012-2017*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [6] Banco Interamericano de Desarrollo (2017). *Lecciones de 4 décadas de conflicto entorno a proyectos de infraestructura en América Latina y El Caribe*. <https://publications.iadb.org/es/publicacion/17284/lecciones-de-cuatro-decadas-de-conflicto-en-torno-proyectos-de-infraestructura>
- [7] Banco Mundial. (2016). *Capítulo 1: Introducción y Objetivos. En La Guía de la Certificación en Asociaciones Público-Privadas de APMG (p. 16)*. World Bank Publishers. <https://ppp-certification.com/sites/www.pppcertification.com/files/documents/guia-certificacion-asociaciones-publico-privadas-APMG-chapter-1.pdf>
- [8] Cai, M., Kaiser, P., Tasaka, Y., Minami, M. (2007). Determination of residual strength parameters of jointed rock masses using the GSI system. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* 44 (2), 247-265.
- [9] *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. (2017) (6ª. ed.). Project Management Institute, Newtown Square, Pennsylvania-USA, 2017. <https://topodata.com/wp->

content/uploads/2017/10/PMBOK_Guide5th_Spanish.pdfJOFO.pdf

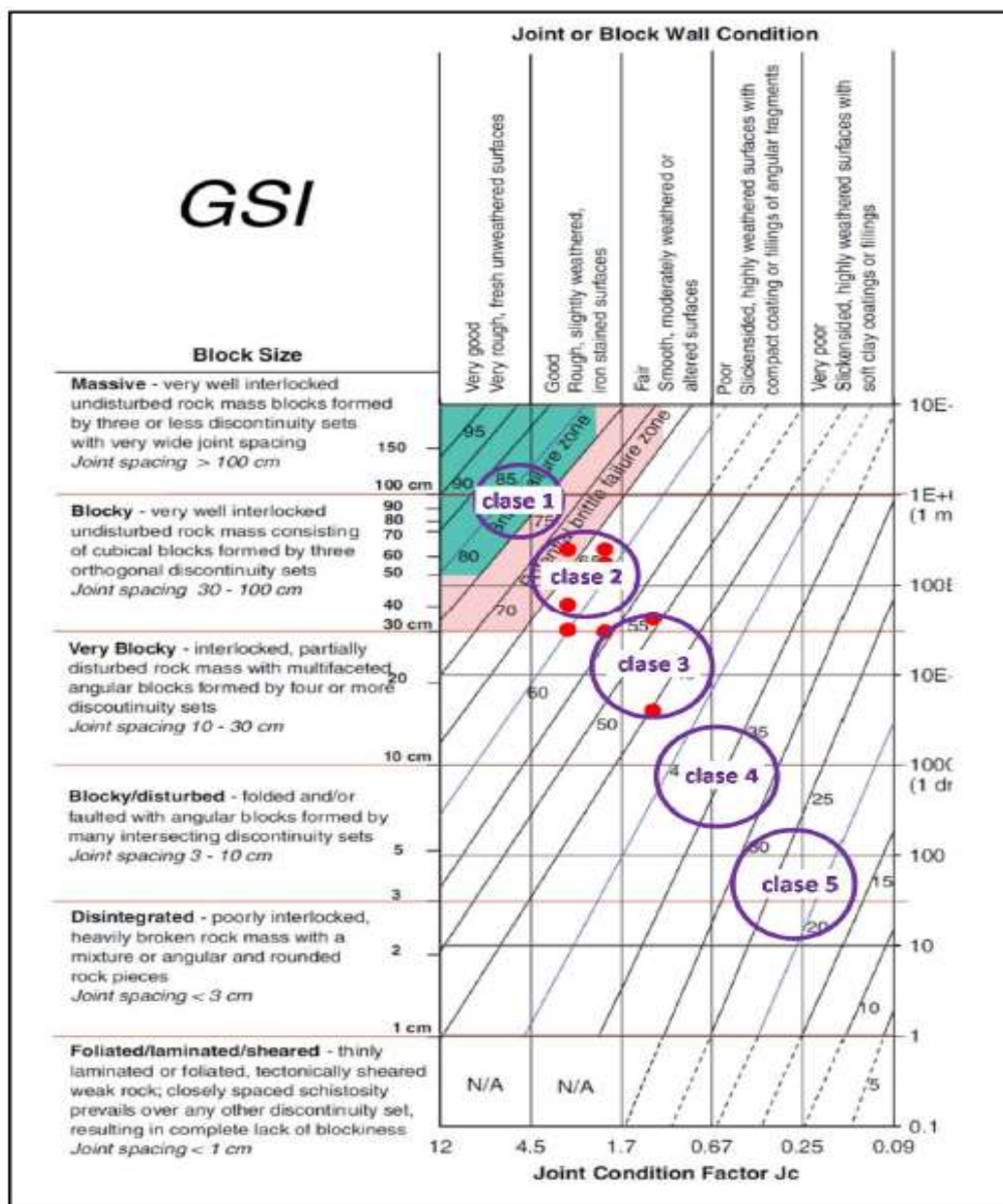
- [10] Guevara, E. (2014). *Corrupción en la Contratación Pública en Europa y América Latina. Análisis especial el caso peruano*. Universidad Internacional Menéndez Pelayo.
- [11] Huapaya, R. (2013). *Diez Tesis sobre las Asociaciones Público – Privadas (APP) en nuestro régimen legal*. *Revista de Derecho Administrativo*, (13), 15-32.
<http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoadministrativo/article/view/13465/14092>
- [12] Lombardi (2015). *Evaluación de los riesgos en el proyecto alternativa de la Carretera de la margen derecha*.
- [13] Lombardi (2015). *Evaluación de los riesgos en el proyecto alternativa del Túnel de la margen izquierda*.
- [14] Lombardi (2016). *Estudio geotécnico de la alternativa del Túnel de la margen izquierda*.
- [15] Ministerio de Economía y Finanzas. (2002). *Ley de Bases de la Descentralización. Ley N° 27783*.
<https://www.mef.gob.pe/es/normatividad/por-temas/descentralizacion/6833-ley-n-27783-3>
- [16] Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013). *Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG 2013*.
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3580.pdf
- [17] Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2016). *Manual de Túneles, Muros y Obras complementarias*.
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_4%20TMyOC-2016.pdf
- [18] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2016). *Diez retos clave para la gobernanza y opciones de política hacia infraestructuras exitosas. Marco para la gobernanza de las infraestructuras, volumen (I)*, 1-16. <https://www.oecd.org/gov/budgeting/hacia-infraestructuras-exitosas.pdf>
- [19] Poder Ejecutivo (2008). *Decreto Legislativo N° 1012. Decreto Legislativo que Aprueba la Ley Marco de Asociaciones Público - Privadas para la*

Generación de Empleo Productivo y Dicta Normas para la Agilización de los Procesos de Promoción de la Inversión Privada.

- [20] Poder Ejecutivo (2018). *Decreto Legislativo No 1362. Decreto Legislativo que Regula la Promoción de la Inversión Privada Mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos.*
- [21] Poder Ejecutivo (2019). Texto Único Ordenado de la Decreto Supremo Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado – Decreto Supremo No 082-2019-EF.
- [22] Provías Nacional (2016). *Intervenciones en la Red Vial Nacional.*
<http://www.proviasnac.gob.pe:81/frmDocumentosdelInteres.aspx?idMenu=957>.
- [23] Provías Nacional (2022). *Intervenciones en la Red Vial existente del Sistema Nacional de Carreteras, según Superficie de Rodadura del 1990 al 2022.*
<https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344790-estadistica-infraestructura-de-transportes-infraestructura-vial>
- [24] Ríos, K. (1997). *Carretera Cusco – Abancay, tramo II Presupuestos adicionales soluciones técnicas legales.* Universidad Nacional de Ingeniería.
- [25] Rodríguez, J. (2015). *El modificado de obras en la contratación pública.* Universidad Complutense de Madrid.
- [26] The Geological Strength Index (GSI). (2002). *A characterization tool for assessing engineering properties of rock masses.*
https://www.researchgate.net/publication/266496092_The_Geological_Strength_Index_GSI_A_characterization_tool_for_assessing_engineering_properties_of_ro
- [27] Varillas, R. (2015). *Factores relevantes que inciden sustancialmente en el costo de una obra de Infraestructura Vial.* Pontificia Universidad Católica del Perú.

ANEXOS

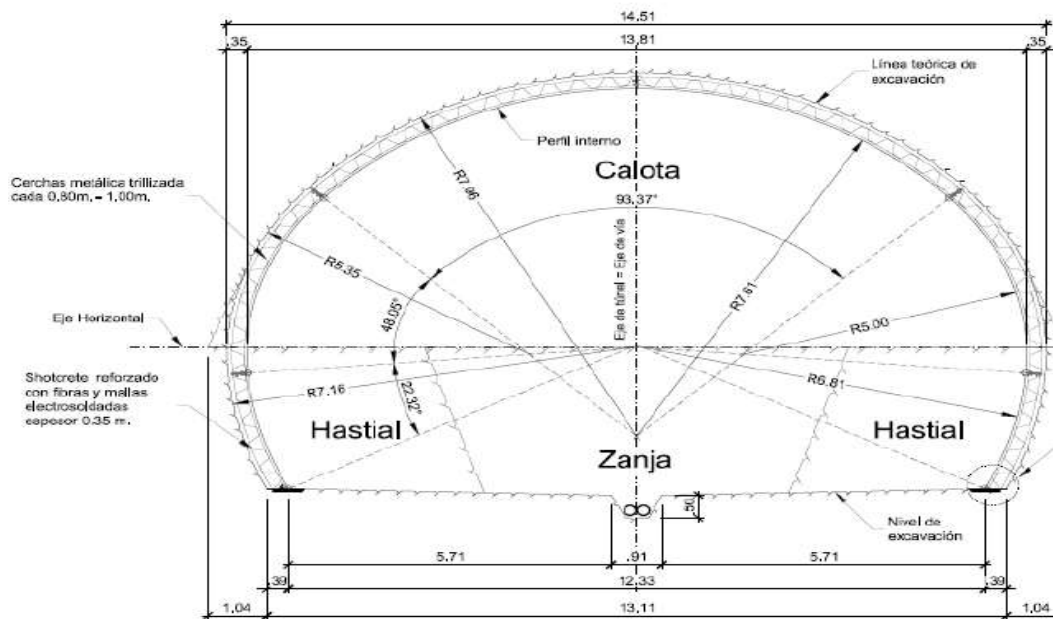
ANEXO I: CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA



Fuente: Gráfico de GSI, con indicación de las clases geotécnicas. Puntos rojos: valores obtenidos para el cálculo de GSI según Cai (2007) para cada estación geoestructural.

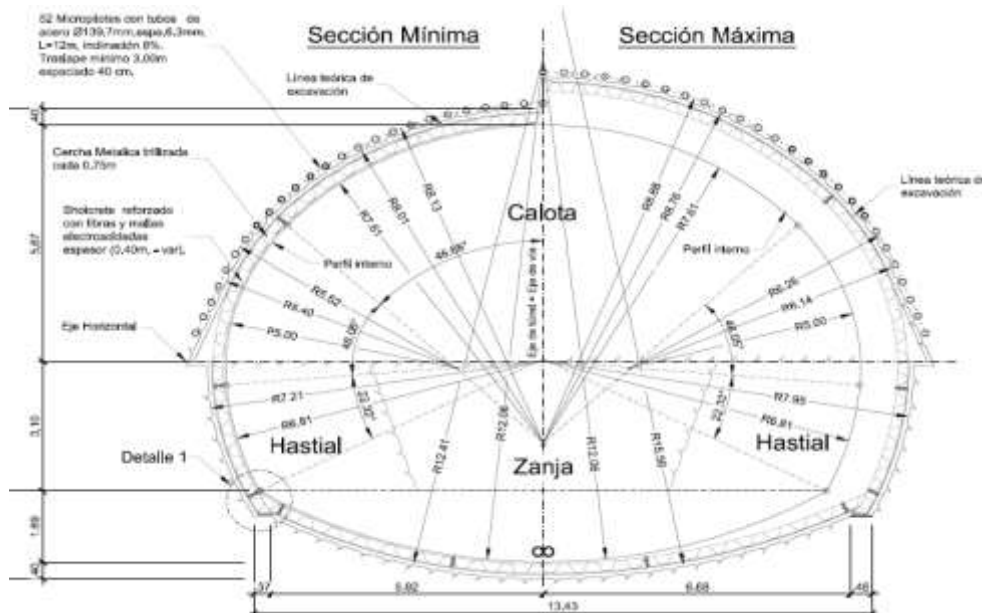
ANEXO II: PARCELAMIENTO DE LA EXCAVACIÓN

a) Sección tipo B1



Fuente: Lombardi. (2016). Estudio geotécnico de la alternativa del Túnel de la margen izquierda. Pág. 109.

b) Sección tipo C



Fuente: Lombardi. (2016). Estudio geotécnico de la alternativa del Túnel de la margen izquierda. Pág. 112.

ANEXO III: PRESUPUESTO DE LA ALTERNATIVA TÚNEL

Descripción	Und.	Metrado	P. U.	MONTO (\$)
OBRAS DE PRELIMINARES				133,363.74
Topografía y Georreferenciación	km	3.04	427.98	1,299.78
Mantenimiento de Transito y seguridad Vial	mes	4.00	22,812.56	91,250.24
Derecho de canteras	m3	49,772.83	0.82	40,813.72
MOVIMIENTO DE TIERRAS				4,191,034.03
Desbroce y limpieza en zonas no boscosas	ha	0.56	1,910.34	1,071.25
Excavación en material suelto	m3	34,939.34	2.03	70,926.86
Escarificación, Homogenización y Compactación de Plataforma existente	m3	426.40	0.44	187.62
Conformación de sub-rasante	m2	1,539.27	0.60	923.56
Ensayos de deflectometría	Km	1.43	112.65	161.93
Conformación de terraplenes con material propio	m3	199,670.73	2.68	535,117.56
Conformación de terraplenes con material de cantera	m3	6,312.15	8.98	56,683.08
Descarga de taludes	m3	137,264.35	7.64	1,048,699.63
Perfilado de taludes	m2	2,573.55	1.30	3,345.62
Concreto lanzado - Shotcrete	m3	1,671.78	376.51	629,441.89
Perno autoperforante 30 mm.	m	10,284.00	146.44	1,505,988.96
Malla electrosoldada para talud	m2	31,225.65	10.84	338,486.08
BASES Y SUB BASES				15,869.10
Sub base granular	m3	1,585.32	10.01	15,869.10
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				2,106,559.39
Excavación no clasificada para estructuras	m3	626.17	4.58	2,867.86
Relleno para estructuras	m3	313.07	14.18	4,439.33
Concreto f'c=100 kg/cm ²	m3	5.93	69.85	414.01
Concreto ciclópeo f'c=175 kg/cm ²	m3	56.20	79.35	4,459.63
Concreto f'c=210 kg/cm ²	m3	57.93	87.70	5,080.52
Concreto ciclópeo f'c=140 kg/cm ² + 30% P.M.	m3	7.60	52.26	397.18
Encofrado y desencofrado	m2	1,527.19	21.25	32,455.39
Acero de refuerzo f'y=4200kg/cm ²	kg	2,895.42	1.26	3,648.23
Alcantarilla TMC D:72"	m	25.00	287.17	7,179.25
Cuneta Revestida tipo I	m	3,948.04	23.07	91,081.28
Revestimiento de piedra emboquillada e=0.30m	m2	1,188.43	23.50	27,928.06
Geotextil	m2	31,168.38	1.75	54,544.67

Descripción	Und.	Metrado	P. U.	MONTO (\$)
Junta de dilatación asfáltica	m	31.40	0.66	20.72
Dren Horizontal Profundo D=4"	m	1,309.00	352.11	460,911.99
Ducto para fibra óptica	m	9,938.22	12.85	127,706.13
Concreto hidráulico f'c=280 kg/cm ²	m3	2,113.77	163.52	345,643.67
Suelo Reforzado – Elementos Estructurales -0.50x1.0x4m.	Und.	1,171.00	144.74	169,490.54
Suelo Reforzado – Elementos Estructurales -1.0x1.0x4m.	Und.	1,145.00	200.93	230,064.85
Suelo Reforzado – Conformación de Terraplén				
Suelo Reforzado – Geomalla Uniaxial	m2	66,284.00	8.12	538,226.08
PUNTES				410,590.00
Puente de concreto	m	25.00	16,423.60	410,590.00
TRANSPORTE				1,284,860.05
Transporte de material granular hasta 1 km	m3Km	7,449.54	1.83	13,632.66
Transporte de material granular después de 1 km	m3Km	98,336.02	0.44	43,267.85
Transporte de material a eliminar hasta 1 km	m3Km	219,799.74	1.95	428,609.49
Transporte de material a eliminar después de 1 km	m3Km	1,055,038.73	0.44	464,217.04
Transporte de concreto hasta de 1 km	m3Km	24,723.94	7.67	189,632.62
Transporte de concreto después de 1 km	m3Km	135,981.67	1.07	145,500.39
SEÑALIZACIÓN				116,299.55
Marcas en el pavimento	m2	612.50	8.61	5,273.63
Señales preventivas	Und.	24.00	73.94	1,774.56
Señales reglamentarias	Und.	20.00	89.64	1,792.80
Postes de soporte de señales	Und.	44.00	83.20	3,660.80
Paneles de señales informativas	m2	17.62	149.84	2,640.18
Cimentación de señales informativas	Und.	12.00	271.11	3,253.32
Tubo D=3"	m	63.86	40.20	2,567.17
Guardavías nuevos (inc. terminal)	m	1,948.57	43.87	85,483.85
Tachas delineadoras	Und.	471.00	6.12	2,882.52
Postes delineadores	Und.	21.00	54.74	1,149.54

Descripción	Und.	Metrado	P. U.	MONTO (\$)
Hitos kilométricos	Und.	2.00	63.63	127.26
Pintado de parapetos de muros y alcantarillas	m2	103.78	6.55	679.76
Captafaros	Und.	538.00	9.32	5,014.16
PROTECCIÓN AMBIENTAL				
Construcción de depósito de materiales excedentes				277,504.73
Acondicionamiento de material DME	m3	274,757.16	1.01	277,504.73
TÚNELES				36,533,149.78
Excavación de túnel en roca suelta	m3	165,949.69	79.88	13,253,315.37
Excavación de túnel en roca fija	m3	44,946.78	73.90	3,321,567.04
Perfilado de subrasante en túnel	m2	28,957.11	12.58	364,280.44
Desquinche en túnel	m2	54,805.63	22.25	1,219,425.27
Concreto lanzado – shotcrete en túnel	m3	21,373.32	216.14	4,619,629.38
Pernos de anclaje 25mm. full grouting	m	14,736.00	43.15	635,858.40
Fibras metálicas para concreto lanzado	Kg	643,123.94	2.75	1,768,590.84
Cimbra metálica tipo celosía (m)	m	266.00	123.82	32,936.12
Malla electrosoldada de reforzamiento para Túnel - Q257	m2	1,105.00	40.50	44,752.50
Malla electrosoldada de reforzamiento para Túnel - Q295	m2	63,179.05	43.03	2,718,594.52
Plancha acanalada	m2	266.00	228.71	60,836.86
Concreto hidráulico f'c=100 kg/cm2 en túnel	m3	115.95	70.87	8,217.38
Concreto hidráulico f'c=175 kg/cm2 en túnel	m3	1,623.24	80.41	130,524.73
Concreto hidráulico f'c=280 kg/cm2 en túnel	m3	3,417.19	112.08	382,998.66
Encofrado y desencofrado en túnel	m2	11,536.00	22.91	264,289.76
Acero de refuerzo en túnel	Kg	88,665.39	1.26	111,718.39
Junta de dilatación	m	251.60	111.39	28,025.72
Junta Aserrada	m	2,442.00	58.72	143,394.24
Junta de Construcción	m	3,312.74	31.06	102,893.70
Geotextil en túnel	m2	30,125.15	2.70	81,337.91
Sub base granular en túnel	m3	585.37	10.01	5,859.55
Filtro drenante en túnel	m3	660.02	27.87	18,394.76

Descripción	Und.	Metrado	P. U.	MONTO (\$)
Transporte de material granular < 1 km para túnel	m3Km	1,513.51	1.83	2,769.72
Transporte de material a eliminar < 1 km para túnel	m3Km	128,561.23	1.95	250,694.40
Transporte de concreto < 1 km para túnel	m3Km	6,490.04	7.67	49,778.61
Marcas en el pavimento en túnel	m2	496.91	9.65	4,795.18
Tachas delineadoras en túnel	Und.	2,487.00	5.57	13,852.59
Instalaciones eléctricas para túnel	m	1,620.00	530.49	859,393.80
Instalaciones eléctricas para túnel en suelo coluvio aluvional	Turno	2.00	614.45	1,228.90
Sistema de ventilación para túnel	m	1,620.00	493.21	799,000.20
Sistema de ventilación para túnel en suelo coluvio aluvional	Turno	2.00	413.99	827.98
Sistema presurizado para túnel	m	1,620.00	267.54	433,414.80
Sistema presurizado para túnel en suelo coluvio aluvional	Turno	2.00	641.34	1,282.68
Perforación e Instalación de Enfilajes en suelo	m	4,413.60	196.21	865,992.46
Instalación de Marcha Avanti	m	8,089.20	43.15	349,048.98
Perforaciones de Investigación en el Frente de Excavación	m	41.00	33.02	1,353.82
Tubería Perforada Flexible D=8" para drenaje	m	4,409.74	15.45	68,130.48
Perforación e Instalación de Lloradores ø 2"	m	12.00	24.28	291.36
Geocompuesto drenante	m2	20.00	29.38	587.60
Aditivo Impermeabilizante	Kg	1.85	7.39	13.67
Bombeo de Agua del Frente de Excavación	Turno	90.00	145.37	13,083.30
Inyecciones de Cemento	Lt	210,810.60	0.54	113,837.72
Perforaciones para inyecciones de cemento	m	12,390.00	31.11	385,452.90
Inyecciones Químicas	Lt	280.00	39.38	11,026.40
Perforaciones para inyecciones Químicas	m	28.00	31.11	871.08
Instalación de Celdas de carga	Und.	2.00	2,110.72	4,221.44
Medición de Celdas de carga	Punto	360.00	207.31	74,631.60
Instalación de puntos para Medidas de Convergencia	Punto	6.00	308.46	1,850.76
Mediciones de Convergencia	Sección	60.00	137.93	8,275.80
Iluminación y equipamiento para operación	Glb	1.00	2,900,000.00	2,900,000.00

Descripción	Und.	Metrado	P. U.	MONTO (\$)
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS				4,642,873.33
Movilización y desmovilización de equipos	Glb	1.00	2,704,586.41	2,704,586.42
Estudio de impacto ambiental	Glb	1.00	585,993.71	585,993.71
Ingeniería de Detalle	Glb	1.00	1,352,293.20	1,352,293.20
COSTO DIRECTO				49,712,103.70

Fuente: Propia

ANEXO IV: PRESUPUESTO DE LA ALTERNATIVA CARRETERA

Descripción	Und.	Metrado	P. U.	MONTO (\$)
OBRAS DE PRELIMINARES				524,729.25
Topografía y Georreferenciación	km	2.80	427.98	1,196.60
Mantenimiento de Transito y seguridad Vial	mes	15.00	22,812.56	342,188.40
Derecho de canteras	m3	221,151.52	0.82	181,344.25
MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,243,617.72
Desbroce y limpieza en zonas no boscosas	ha	4.95	1,910.34	9,459.54
Excavación en material suelto	m3	69,312.99	2.03	140,705.38
Excavación en Roca Fija	m3	35,366.28	10.19	360,382.39
Conformación de sub-rasante	m2	10,011.48	0.60	6,006.89
Ensayos de deflectometría	km	7.71	112.65	868.51
Conformación de terraplenes con material de cantera	m3	41,953.08	8.98	376,738.69
Conformación de pedraplenes con material propio	m3	31,829.65	3.91	124,453.94
Perfilado de taludes	m2	15,748.27	1.30	20,472.75
Encauzamiento de quebradas o Ríos	m3	2,951.23	3.34	9,857.09
Concreto Lanzado	m3	95.60	376.51	35,995.49
Pernos de anclaje 1", con Resina	m	2,653.00	42.76	113,442.28
Malla Hexagonal	m2	4,780.00	9.19	43,928.20
Demolición de Carpeta Asfáltica	m2	448.99	2.91	1,306.57
BASES Y SUB BASES				178,566.57
Sub base granular	m3	5,227.49	10.01	52,327.18
Base granular	m3	5,512.64	22.90	126,239.39
PAVIMENTO ASFALTICO				417,359.80
Imprimación asfáltica	m2	32,593.70	0.25	8,148.42
Riego de liga	m2	30,088.47	0.21	6,318.58
Pavimento de concreto asfáltico en caliente	m3	2,515.28	55.58	139,799.31
Asfalto diluido Tipo MC-30	gln	9,126.23	2.29	20,899.08

Descripción	Und.	Metrado	P. U.	MONTO (\$)
Cemento asfáltico PEN 85/100	gln	97,215.60	2.10	204,152.77
Filler mineral	tn	117.21	176.43	20,679.73
Aditivo para Asfalto	kg	2,804.54	6.05	16,967.46
Emulsión Asfáltica	gln	193.36	2.04	394.45
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				3,750,198.28
Demolición y eliminación de estructuras menores	m3	107.33	9.83	1,055.00
Excavación no clasificada para estructuras	m3	38,564.91	4.58	176,627.28
Relleno para estructuras	m3	20,304.16	14.18	287,912.93
Concreto f'c=100 kg/cm ²	m3	220.96	69.85	15,434.28
Concreto f'c=210 kg/cm ²	m3	3689.216072	87.70	323,544.25
Concreto f'c=350 kg/cm ²	m3	188.19	113.97	21,448.01
Concreto ciclópeo f'c=140kg/cm ² + 30%PM	m3	1.25	52.26	65.33
Encofrado y desencofrado	m2	8,397.53	21.25	178,447.46
Acero de refuerzo f'y=4200kg/cm ²	kg	326,597.90	1.26	411,513.36
Alcantarilla TMC D:36"	m	70.62	129.08	9,115.63
Cuneta revestida tipo III	m	3,145.00	27.40	86,173.00
Subdren	m	333.50	64.52	21,517.42
Gavión Tipo Caja H=0.5 m	m3	228.75	53.84	12,315.90
Gavión Tipo Caja H=1.0 m	m3	915.00	62.17	56,885.55
Revestimiento de piedra emboquillada e=0.30m.	m2	91.51	23.50	2,150.53
Revestimiento de piedra emboquillada e=0.15m.	m2	1.25	20.12	25.15
Revestimiento de piedra emboquillada e=0.40m.	m2	27.50	25.49	700.98
Enrocado D>=0.60m.	m3	2,954.70	28.44	84,031.67
Enrocado con Concreto f'c=210 kg/cm ²	m3	1,819.23	50.30	91,507.34
Transporte de estructura metálica a disposición final	Tn-km	2,366.38	0.29	686.25
Tubería de drenaje PVC D=3"	m	609.69	5.35	3,261.86
Tubos de drenaje PVC SAP D=6"	m	121.35	15.58	1,890.63
Tubería de drenaje PVC SAP Cribada D=6"	m	563.30	9.55	5,379.51
Geotextil	m2	20,057.13	1.75	35,099.97

Descripción	Und.	Metrado	P. U.	MONTO (\$)
Filtro drenante	m3	1,212.80	27.87	33,800.72
Junta de dilatación asfáltica	m	740.42	0.66	488.67
Bordillo Tipo I	m	955.00	7.50	7,162.50
Elementos estructurales de 0.5x1.0x4.0	Und	2,519.00	144.74	364,600.06
Elementos estructurales de 1.0x1.0x4.0	Und	1,622.00	200.93	325,908.46
Geomalla Uniaxial	m2	44,728.00	8.12	363,191.36
Geocompuesto para drenaje	m2	5,164.00	8.11	41,880.04
Suelo Reforzado – Conformación de Terraplén	m3	66,936.70	11.58	775,126.99
Tubería Perforada Flexible D=6" para drenaje	m	1,211.00	9.29	11,250.19
PUNTES				8,775,157.03
Excavación no clasificada para estructuras	m3	6,842.60	4.58	31,339.09
Relleno para estructuras	m3	3,852.00	14.18	54,621.38
Relleno No Estructural	m3	151.75	5.90	895.31
Concreto f'c=100 kg/cm2	m3	120.57	69.85	8,422.02
Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	158.78	87.70	13,924.57
Concreto f'c=350 kg/cm2	m3	3,680.52	113.97	419,468.66
Encofrado y desencofrado	m2	4,053.15	21.25	86,129.39
Acero de refuerzo f'y=4200kg/cm2	kg	834,661.06	1.26	1,051,672.94
Excavación para defensas ribereñas	m3	1,667.58	4.64	7,737.57
Enrocado D>=0.60m.	m3	142.59	28.44	4,055.37
Enrocado con Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	564.84	50.30	28,411.45
Junta de dilatación metálica	m	25.00	134.54	3,363.50
Apoyo de Neopreno	cm3	3,348,400.00	0.04	133,936.00
Tubos de drenaje PVC SAP D=6"	m	1,342.88	15.58	20,922.07
Barandas metálicas	m	452.98	275.96	125,004.36
Trazo y replanteo de pontones	m2	1,554.40	2.86	4,445.58
Ducto para fibra óptica ø = 6"	m	866.00	12.85	11,128.10
Fabricación y montaje de estructura metálica G50	Ton	811.61	5,290.00	4,293,405.28
Preparación superficial de estructura metálica	m2	8,686.23	12.55	109,012.23

Descripción	Und.	Metrado	P. U.	MONTO (\$)
Aplicación de pintura en estructuras metálicas	m2	8,364.99	43.68	365,382.56
Conectores tipo stud 22 mm	Und	10,608.00	2.23	23,655.84
Prueba de carga de superestructura	Und	4.00	7,957.45	31,829.80
Transporte y montaje de Losas prefabricadas	Ton	81.25	300.24	24,395.84
Junta de dilatación tipo panel	m	19.50	1,867.43	36,414.89
Péndolas/ Tirantes para puente	Ton-m	6,961.58	12.42	86,462.83
Pilotes excavados	m	1,120.00	1,502.27	1,682,542.40
Prueba de Carga Dinámica en Pilote Excavados - En Pilotes de Diseño	Und	8.00	14,572.25	116,578.00
TRANSPORTE				3,292,082.22
Transporte de material granular hasta 1 km	m3Km	200,221.08	1.83	366,404.58
Transporte de material granular después de 1 km	m3Km	5,064,843.67	0.44	2,228,531.21
Transporte de material a eliminar hasta 1 km	m3Km	134,233.35	1.95	261,755.03
Transporte de material a eliminar después de 1 km	m3Km	689,686.37	0.44	303,462.00
Transporte de mezcla asfáltica hasta 1 km	m3Km	2,515.28	4.87	12,249.41
Transporte de mezcla asfáltica después de 1 km	m3Km	82,430.87	0.40	32,972.35
Transporte de concreto hasta de 1 km	m3Km	8,058.24	7.67	61,806.70
Transporte de concreto después de 1 km	m3Km	23,271.91	1.07	24,900.94
SEÑALIZACIÓN				168,392.08
Marcas en el pavimento	m2	1,848.65	8.61	15,916.89
Señales preventivas	Und.	47.00	73.94	3,475.18
Señales reglamentarias Rectangulares (0.90 x 0.60m)	Und.	13.00	89.64	1,165.32
Postes de soporte de señales	Und.	60.00	83.20	4,992.00
Paneles de señales informativas	m2	8.23	149.84	1,233.21
Cimentación de señales informativas	Und.	16.00	271.11	4,337.76
Tubo D=3"	m	107.20	40.20	4,309.44

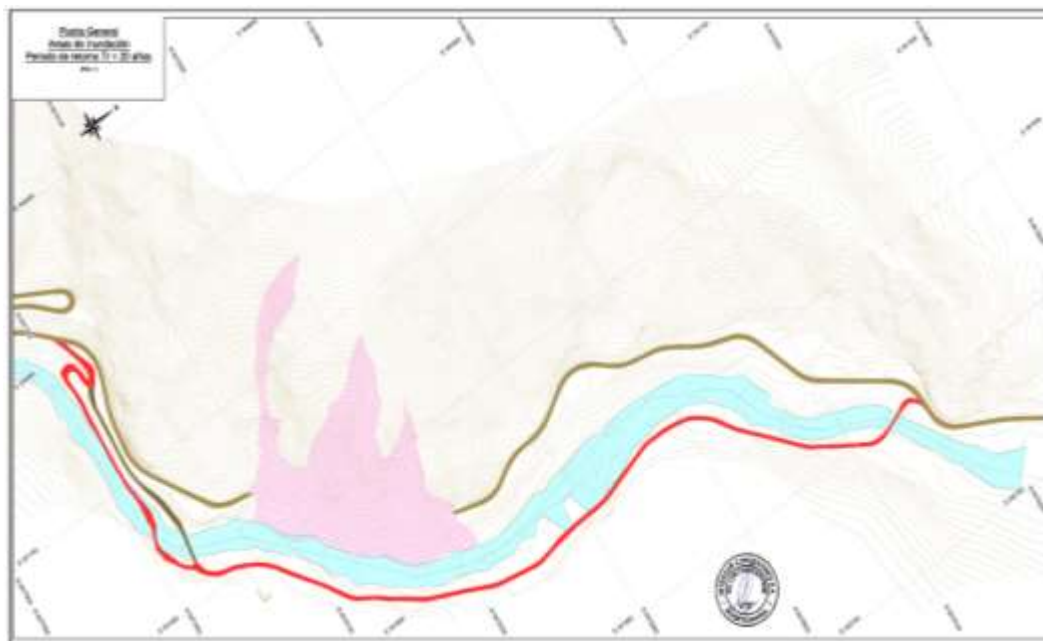
Descripción	Und.	Metrado	P. U.	MONTO (\$)
Guardavías nuevos (inc. terminal)	m	2,834.00	43.87	124,327.58
Tachas delineadoras	Und.	702.00	6.12	4,296.24
Postes delineadores	Und.	74.00	54.74	4,050.76
Hitos kilométricos	Und.	3.00	63.63	190.89
Pintado de parapetos de muros y alcantarillas	m2	14.78	6.55	96.81
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS				1,890,060.61
Movilización y desmovilización de equipos	Glb	1.00	1,101,006.18	1,101,006.18
Estudio de impacto ambiental	Glb	1.00	238,551.34	238,551.34
Ingeniería de detalle	Glb	1.00	550,503.09	550,503.09
COSTO DIRECTO				20,240,163.56

Fuente: Propia

ANEXO V: ÁREAS DE INUNDACIÓN

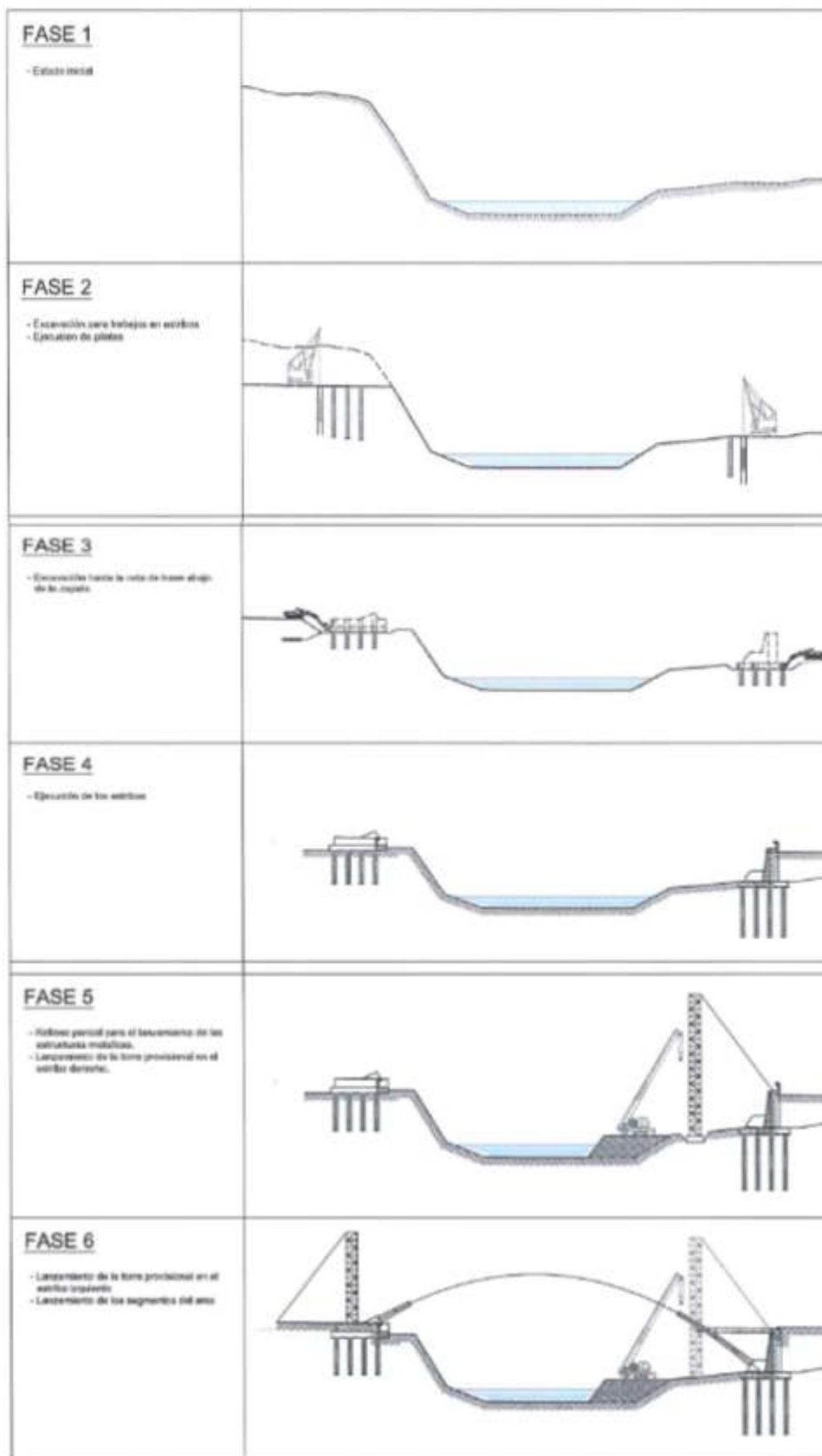


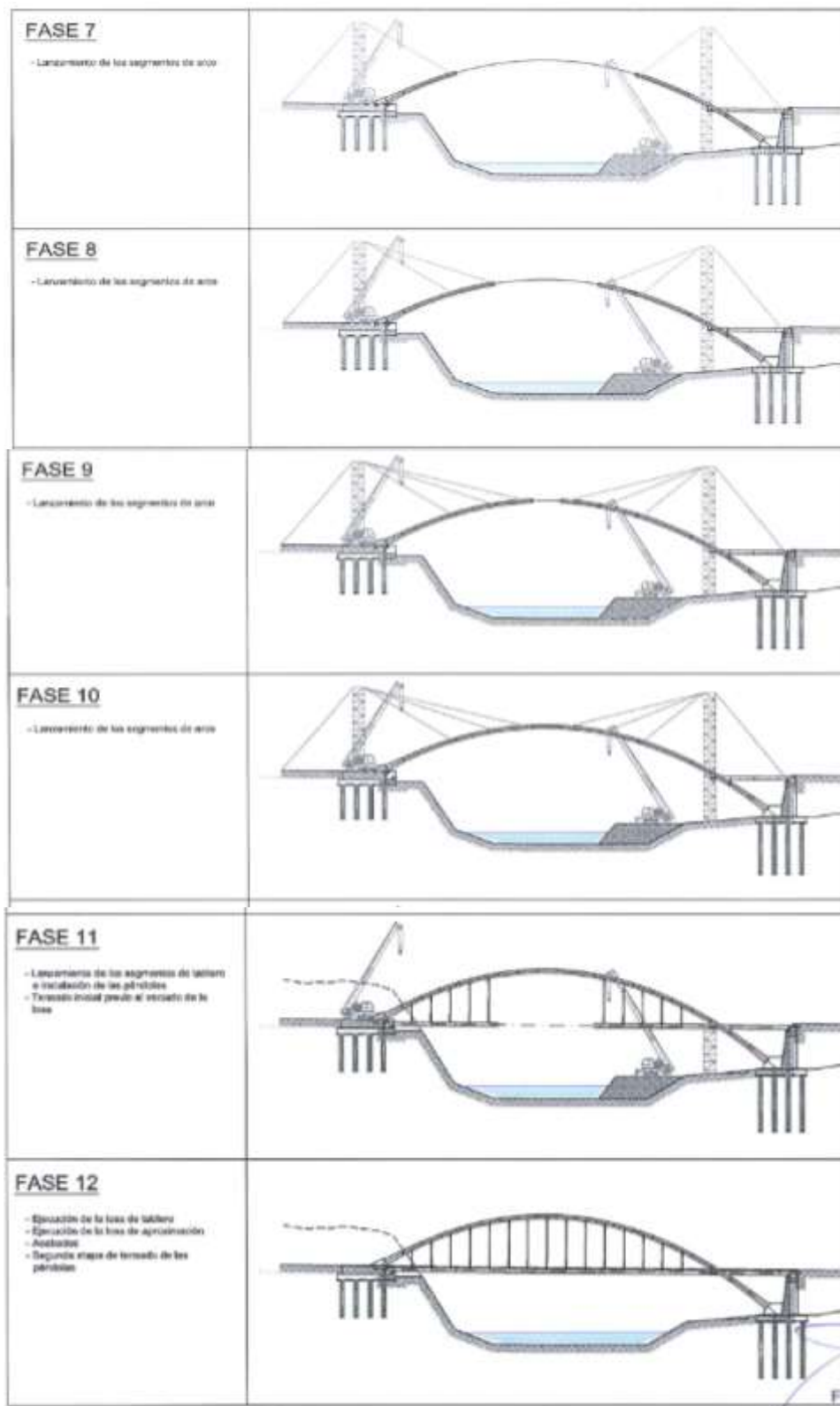
Fuente: Lombardi. (2015). Evaluación de los riesgos en el proyecto alternativa del Túnel de la margen izquierda (periodo de retorno 10 años). **Pág. 49.**



Fuente: Lombardi. (2015). Evaluación de los riesgos en el proyecto alternativa del Túnel de la margen izquierda (periodo de retorno 20 años). **Pág. 50.**

ANEXO VI: FASES CONSTRUCTIVAS DEL PUENTE 1





Fuente: Propia