

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**DOBLE TITULACIÓN
CONVENIO DE INTERCAMBIO DE ESTUDIANTES
PUCP- UPM de Madrid**



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ**

CONCESIÓN DEL TRANVÍA DE HUANCAYO

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Civil** que presenta:

ANDERSON ALEXANDER ARROYO ARCA

ASESOR: Dr. Samuel Carpintero López (UPM)

Lima, enero del 2018



*A mis padres, que
procuraron darme todo,
incluso lo que a veces no me
podían dar.*

*A mi abuela Tomasa, por su
férrea disciplina, por su
coherencia inquebrantable y por
mostrarme el amor de Dios.*

*A cada uno de mis familiares y
amigos por siempre estar allí.*

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi gratitud con el Dr. Samuel Carpintero, por su apoyo, paciencia, orientación y comprensión en todo momento durante la redacción de este trabajo de fin de máster.

A mi madre, que sin su apoyo, no hubiera sido posible este viaje.

A mi hermano Aldrick, por su coraje, por enseñarme a luchar y no darme nunca por vencido.

A mi compañera de viaje, Rebecca, por el constante apoyo, la comprensión y todo el amor brindado.

A Dios por su infinito amor y bondad.

RESUMEN

Dados los altos niveles de congestión y la creciente demanda de transporte que viene registrando la ciudad de Huancayo durante los últimos años, se hace indispensable la ejecución de una actuación de grandes proporciones en materia de transporte. A pesar de que en este estudio no se realizó el debido Análisis Coste Beneficio (ACB), existen numerosas razones por las cuales creer que el tranvía se establece como una solución idónea. Primero, al igual que el Tranvía de Santos en Brasil, se puede reutilizar un emplazamiento ferroviario existente, eliminando así los riesgos de expropiación. Segundo, los niveles de demanda de transporte de la ciudad se ajustan a la oferta de transporte del tranvía. Tercero, se proporciona un sistema de transporte moderno, rápido, confortable, 100% accesible, silencioso y eco-amigable (cero emisiones). Por último, se potencia el transporte público y se brinda la oportunidad a Huancayo de darle un vuelco radical a su entorno urbano, situándola al nivel de las principales urbes mundiales.

Con una inversión de aproximadamente 489 millones de soles (IGV no incluido), se espera que el tranvía beneficie a más de 360 mil habitantes y traslade a más de 95 mil pasajeros diarios al iniciar sus operaciones (2024). Para asegurar la viabilidad financiera del proyecto, se estima que la administración cofinancie en un 40% las inversiones iniciales y garantice unos pagos por kilómetros recorridos durante la explotación de la concesión.

El presente estudio consiste en una primera aproximación para analizar la viabilidad económico-financiera de encargar en concesión el Tranvía de Huancayo, cuyo fin último es presentar a la administración competente un proyecto de interés para dar solución a la problemática del transporte de la ciudad.

PALABRAS CLAVE: asociación público privada, APP, concesión, tranvía, Huancayo.

ABSTRACT

Given the high rates of traffic and the growing demand for transportation that Huancayo has experienced during recent years, it is essential that a large-scale transport project be implemented. Although a Cost-Benefit Analysis was not executed in this study, there are many reasons for which building the tramway is the optimal solution. One such reason is the possibility to reuse the existing railway location as the Santos Tramway in Brazil has proven, eliminating the expropriation risk. Secondly, the transportation demands of the city are adjusted to the tramway transportation capacity. Thirdly, it will provide a modern, fast, comfortable, 100% accessible, silent and eco-friendly (zero emissions) transport system. Finally, it will enhance the public transport system and it would provide the opportunity for Huancayo to make a radical transformation in its urban environment, leading it to operate at the level of the world's most developed cities. With an investment of 489 million soles (excluding VAT), it is expected that the tramway will benefit more than 360,000 inhabitants and transport more than 95,000 passengers per day at the beginning of its operations (2024). In order to assure the financial viability of the project, it is estimated that the public administration must cofinance 40% of the initial investments and guarantee payments for kilometers traveled during the operating period of the concession. This study is the first attempt to analyze the economic-financial viability to execute the concession of the Tramway of Huancayo. The objective is that it be presented to the public administration as a project of common interest that would resolve the problems of transportation in Huancayo.

KEYWORDS: public-private partnership, PPP, concession, tramway, Huancayo.

12101 carpinter

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID



ACTA

Curso académico: 2016-17
Asignatura: TRABAJO FIN DE MASTER(043000381)
Plan de estudios: MASTER UNIVERSITARIO EN INGENIERIA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS(4AG)
Centro: ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS(4)

DNI	Nombre alumno	CONV	LECTURA	INCOMPATIBLE	CALIFICACION		GRUPO
1 6386419	ARROYO ARCA, ANDERSON ALEXANDER	MAY	05-05-17		7,0	NOTABLE	1


DNI: F20991894


47016032

PROFESORES QUE FIRMAN EL ACTA
ENFEDAQUE DIAZ ,ALEJANDRO
LARA GALERA ,ANTONIO LORENZO
MARTIN CARRASCO ,FRANCISCO JAVIER


082913322

OBSERVACIONES



TABLA DE CONTENIDO RESUMIDA

ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
III. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO.....	4
IV. ESTUDIO DE DEMANDA	18
V. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN.....	38
VI. MARCO LEGAL	62
VII. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD FINANCIERA.....	77
VIII. MEMORIA DE LA CONCESIÓN	151
IX. CONCLUSIONES	168
X. BIBLIOGRAFÍA.....	170
ANEXO 1: EL SISTEMA FERROVIARIO EN EL PERÚ.....	173
ANEXO 2: TABLAS ADICIONALES	181
ANEXO 3: DATOS DE CAMPO DE LOS AFOROS VEHICULARES	184
ANEXO 4: MODELO FINANCIERO.....	201

TABLA DE CONTENIDO AMPLIADA

ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
III. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO	4
3.1.- Ubicación	4
3.1.1.- Entorno	4
3.1.2.- Emplazamiento local.....	6
3.2.- Situación actual.....	7
3.3.- Justificación e importancia del proyecto.....	9
3.3.1.- Problemática actual	9
3.3.2.- Idoneidad del proyecto	12
3.3.3.- Alternativas de ejecución	14
IV. ESTUDIO DE DEMANDA	18
4.1.- Caracterización del transporte de la ciudad de Huancayo	18
4.1.1.- Población.....	18
4.1.2.- Cantidad de viajes que se realizan en transporte público en la ciudad	19
4.1.3.- Movilidad en la ciudad de Huancayo	20
4.2.- Estimación de la demanda esperada en la Av. Ferrocarril	21
4.2.1.- Objetivos y alcance.....	21
4.2.2.- Antecedentes	22
4.2.3.- Aforo vehicular	25
4.2.4.- Proyección de la demanda período 2024 - 2053	33

4.2.5.- Demanda horaria y horas punta	36
V. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN.....	38
5.1.- Elección del tranvía	38
5.2.- Trazado general	39
5.3.- Parámetros generales de la explotación	43
5.3.1.- Criterios de ordenación del transporte y tráfico urbano	43
5.3.2.- Condiciones de la explotación	44
5.4.- Análisis preliminar de las inversiones necesarias	51
5.4.1.- Análisis de inversiones en otros proyectos tranviarios.....	51
5.4.2.- Análisis de inversiones en el Tranvía de Huancayo.....	54
5.5.- Integración urbana del tranvía.....	57
5.6.- Beneficios socioeconómicos y medioambientales	60
5.7.- Tabla resumen de las características de la actuación	61
VI. MARCO LEGAL	62
6.1.- Marco regulatorio de las APP en Perú	62
6.2.- Funcionamiento de las APP en Perú.....	64
6.2.1.- Ámbito de aplicación.....	64
6.2.2.- Principios	65
6.2.3.- Marco Institucional para el desarrollo de las APP.....	66
6.2.4.- Las APP en Perú: características y clasificación	69
6.2.5.- Fases de las APP en Perú.....	72
6.3.- Marco normativo aplicable al proyecto	74
VII. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD FINANCIERA.....	77
7.1.- Sistema de financiación	77
7.1.1.- Definición del Project Finance	77

7.1.2.- Características del Project Finance	78
7.1.3.- Agentes del Project Finance	80
7.1.4.- Fases del Project Finance	81
7.1.5.- Fuentes de obtención de recursos ajenos	83
7.1.6.- Justificación de la utilización del Project Finance	84
7.2.- Modalidades de cofinanciación de la Administración	85
7.2.1.- Cofinanciamiento sin fideicomiso	86
7.2.2.- Cofinanciamiento con fideicomiso	87
7.3.- Memoria descriptiva del modelo económico-financiero.....	92
7.3.1.- Horizonte temporal del proyecto.....	92
7.3.2.- Agentes intervinientes.....	93
7.3.3.- Análisis de riesgos	95
7.3.4.- Construcción de los flujos de caja	96
7.3.5.- Financiamiento	114
7.3.6.- Análisis de rentabilidad	124
7.3.7.- Análisis de sensibilidad.....	136
7.3.8.- Cofinanciación de la administración	140
7.3.9.- Justificación del sistema de cofinanciación	145
VIII. MEMORIA DE LA CONCESIÓN	151
8.1.- Parámetros fundamentales de la concesión	151
8.2.- Licitación y adjudicación.....	152
8.2.1.- Etapa de precalificación.....	152
8.2.2.- Contenido de la propuesta técnica y económica	152
8.2.3.- Recepción y evaluación de la propuesta técnica y económica	154
8.3.- Bienes de la concesión	155

8.4.- Inversiones.....	156
8.5.- Fideicomiso de la concesión	156
8.6.- Tarifas.....	157
8.7.- Niveles de servicio	157
8.7.1.- Condiciones de la prestación del servicio.....	157
8.7.2.- Indicadores de niveles de servicio	159
8.7.3.- Evaluaciones y penalidades	164
8.8.- Equilibrio económico	165
8.9.- Régimen de seguros	165
8.10.- Caducidad de la concesión	166
8.11.- Solución de controversias	166
8.12.- Penalidades	167
IX. CONCLUSIONES	168
X. BIBLIOGRAFÍA.....	170
ANEXO 1: EL SISTEMA FERROVIARIO EN EL PERÚ.....	173
1.1.- Sistema ferroviario peruano en los siglos XIX y XX	174
1.2.- Sistema ferroviario peruano en el Siglo XXI.....	176
1.2.1.- Sistema ferroviario nacional	176
1.2.2.- Sistema ferroviario urbano.....	178
1.2.3.- Proyectos ferroviarios futuros	179
ANEXO 2: TABLAS ADICIONALES	181
ANEXO 3: DATOS DE CAMPO DE LOS AFOROS VEHICULARES	184
3.1.- Formato de campo	185
3.2.- Ejemplo de toma de datos.....	186
3.3.- Resultados detallados de las mediciones de campo.....	187

3.3.1.- Resultados de las mediciones diarias.....	187
3.3.2.- Mediciones promedio.....	194
3.3.3.- Ajustes polinómicos	196
3.3.4.- Mediciones promedio ajustadas	199
ANEXO 4: MODELO FINANCIERO	201
4.1.- Hipótesis	202
4.2.- Inversiones.....	203
4.3.- Tarifas e ingresos	204
4.3.- Costes de operación y mantenimiento (OPEX).....	205
4.4.- Amortización.....	206
4.5.- Financiamiento.....	207
4.6.- Estado de resultados.....	209
4.7.- Balance general	211
4.8.- Flujos de caja	213
4.9.- Tesorería	214
4.10.- Análisis de rentabilidad.....	216
4.10.1.- Método estándar y de tasas de descuento múltiples	216
4.10.2.- Método de valuación cuasi-mercado	218
4.11.- Análisis de sensibilidad.....	220
4.12.- Flujo de caja de la administración	222

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Crecimiento poblacional de la ciudad de Huancayo	18
Tabla N° 2: Distribución poblacional por grandes grupos de edades - Huancayo.....	19
Tabla N° 3: Volúmenes diarios de flujo vehicular en la Av. Ferrocarril (Ramírez, 2013).....	24
Tabla N° 4: Volúmenes de tráfico promedio por cada sentido en la Av. Ferrocarril (2017)	30
Tabla N° 5: Volúmenes totales diarios por modo de transporte en la Av. Ferrocarril-2017	30
Tabla N° 6: Coeficientes de participación de cada modo de transporte (2017)	31
Tabla N° 7: Estimación de la demanda diaria en la Av. Ferrocarril (2017)...	32
Tabla N° 8: Escenarios de la demanda anual en la Av. Ferrocarril (2017) ..	33
Tabla N° 9: Escenarios de la demanda anual en la Av. Ferrocarril (2024) ..	34
Tabla N° 10: Evolución de la demanda horaria vehicular en la Av. Ferrocarril (2017)	37
Tabla N° 11: Cuadro de capacidades de medios de transporte de alta capacidad	38
Tabla N° 12: Características del tranvía modelo Citadis X05 de Alstom	45
Tabla N° 13: Características del tranvía modelo Urbos 3 de CAF.....	45
Tabla N° 14: Tabla de frecuencias de operación propuestas para el 2024..	46
Tabla N° 15: Proyección del estudio de la oferta tranviaria (2024-2053)	48
Tabla N° 16: Cronograma de adquisición de material rodante	48
Tabla N° 17: Longitud anual recorrida (Km.Tren) en el año 2024	50
Tabla N° 18: Proyección de la longitud anual recorrida (Km.Tren / 2024-2053)	50

Tabla N° 19: Criterios de eficiencia de inversión en tranvías (Carmona, 2015)	52
Tabla N° 20: Cuadro comparativo de los tranvías en Europa y África.....	53
Tabla N° 21: Cuadro comparativo de los tranvías en Sudamérica	54
Tabla N° 22: Análisis disgregado de inversiones de tranvías referenciales.	55
Tabla N° 23: Cuadro de inversiones necesarias utilizando ratios desagregados	56
Tabla N° 24: Tabla resumen con las características principales de la actuación	61
Tabla N° 25: Tabla explicativa de las funciones y características de los integrantes del Sistema Nacional de Promoción de la Inversión Privada	69
Tabla N° 26: Clasificación de las APP en Perú	72
Tabla N° 27: Fases del proceso de desarrollo de APP en Perú	74
Tabla N° 28: Ratios de inversión sin IVA.....	99
Tabla N° 29: Estimación presupuestaria de las inversiones necesarias ...	100
Tabla N° 30: Desglose de las inversiones necesarias.....	100
Tabla N° 31: Periodificación de las inversiones necesarias	101
Tabla N° 32: Valores de cofinanciación en la fase de explotación	105
Tabla N° 33: Costes totales por operación y mantenimiento del sistema al 2024.....	106
Tabla N° 34: Costes de personal para la operación del sistema al 2024 ..	107
Tabla N° 35: Costes energéticos anuales por operación del sistema al 2024	109
Tabla N° 36: Costes anuales por mantenimiento del sistema al 2024	109
Tabla N° 37: Estado de resultados período 2024 - 2028.....	111
Tabla N° 38: Balances generales período 2022 – 2025	112
Tabla N° 39: Flujo de caja del accionista para el período 2022-2025	114

Tabla N° 40: Coste de la deuda – enfoque Proinversión.....	117
Tabla N° 41: Coste de la deuda – enfoque Línea 1 Metro de Lima.....	117
Tabla N° 42: Coste de la deuda – enfoque BCRP.....	118
Tabla N° 43: Condiciones de la financiación de la deuda	120
Tabla N° 44: Garantías y coberturas de la deuda	121
Tabla N° 45: Periodificación de disposiciones de capital.....	122
Tabla N° 46: Estructura financiera del Tranvía de Huancayo	123
Tabla N° 47: Gastos financieros iniciales de la deuda	123
Tabla N° 48: Cálculo del coste de equity en el apalancamiento máximo ..	128
Tabla N° 49: Resultados financieros del escenario base (con fideicomiso)	135
Tabla N° 50: Análisis ceteris paribus del caso base del proyecto	137
Tabla N° 51: Resultados financieros del análisis de extremos	139
Tabla N° 52: Aportaciones de la administración para las inversiones iniciales	140
Tabla N° 53: Estructura de pasajeros y pasajero equivalente	141
Tabla N° 54: Estructura tarifaria de referencia	141
Tabla N° 55: Pagos de la administración en la etapa de explotación.....	142
Tabla N° 56: Aportes efectivos totales de la administración.....	143
Tabla N° 57: Análisis ceteris paribus para los flujos de caja de la administración.....	144
Tabla N° 58: Análisis de escenarios extremos para los flujos de caja de la administración.....	144
Tabla N° 59: Resultados financieros del caso base sin fideicomiso	147
Tabla N° 60: Análisis ceteris paribus del caso base sin fideicomiso	147
Tabla N° 61: Análisis de escenarios extremos del caso base sin fideicomiso	

.....	148
Tabla N° 62: Cuadro comparativo de rentabilidades caso con/sin fideicomiso	149
Tabla N° 63: Cuadro comparativo de escenarios extremos caso con/sin fideicomiso.....	149
Tabla N° 64: Cuadro comparativo de aportaciones efectivas de la administración.....	149
Tabla N° 65: Puntuaciones en el indicador de calidad de las estaciones..	162
Tabla N° 66: Puntuaciones en el indicador de calidad del material rodante	162
Tabla N° 67: Vías férreas estatales operativos al año 2014.....	182
Tabla N° 68: Vías férreas privadas operativas al año 2014.....	183
Tabla N° 69: Líneas ferroviarias urbanas de Perú – Fuente: Elaboración Propia	183
Tabla N° 70: Aforo vehicular día 21/10/2017 de la Av. Ferrocarril sentido Chilca (2017)	187
Tabla N° 71: Aforo vehicular día 21/10/2017 de la Av. Ferrocarril sentido UNCP (2017)	188
Tabla N° 72: Aforo vehicular día 23/10/2017 de la Av. Ferrocarril sentido Chilca (2017)	189
Tabla N° 73: Aforo vehicular día 23/10/2017 de la Av. Ferrocarril sentido UNCP (2017)	190
Tabla N° 74: Aforo vehicular día 25/10/2017 de la Av. Ferrocarril sentido Chilca (2017)	191
Tabla N° 75: Aforo vehicular día 25/10/2017 de la Av. Ferrocarril sentido UNCP (2017)	192
Tabla N° 76: Cuadro comparativo de volúmenes vehiculares diarios en la Av. Ferrocarril	193

Tabla N° 77: Aforo vehicular promedio de la Av. Ferrocarril sentido Chilca (2017)	194
Tabla N° 78: Aforo vehicular promedio de la Av. Ferrocarril sentido UNCP (2017)	195
Tabla N° 79: Aforo vehicular promedio extendido de la Av. Ferrocarril sentido NS (2017)	199
Tabla N° 80: Aforo vehicular promedio extendido de la Av. Ferrocarril sentido SN (2017)	200



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Ubicación y localización del proyecto	4
Gráfico N° 2: Concesión del Ferrocarril Central	5
Gráfico N° 3: Emplazamiento del proyecto	6
Gráfico N° 4: Estación Chilca	7
Gráfico N° 5 : Estación Los Andes	8
Gráfico N° 6: Estación Ciudad Universitaria.....	8
Gráfico N° 7: Distribución del parque automotor.....	9
Gráfico N° 8: Distribución del parque automotor de transporte público	10
Gráfico N° 9: Distribución modal promedio	20
Gráfico N° 10: Esquema del flujo vehicular habitual en Huancayo	21
Gráfico N° 11: Resultados del estudio: “Demanda Actual y Proyectada de Pasajeros del Tren Urbano de Huancayo” (2012).....	23
Gráfico N° 12: Ubicación de las estaciones de conteo – conteo vehicular..	26
Gráfico N° 13: Evolución de los tráficos por sentido y de forma agregada (2017)	30
Gráfico N° 14: Composición vehicular del tráfico en la Av. Ferrocarril (2017)	31
Gráfico N° 15: Tabla de capacidades del transporte público.....	32
Gráfico N° 16: Proyección de la demanda diaria (2024 – 2053)	35
Gráfico N° 17: Proyección de la demanda anual (2024 – 2053)	36
Gráfico N° 18: Evolución de la demanda horaria vehicular en la Av. Ferrocarril (2017)	37
Gráfico N° 19: Emplazamiento general y estaciones	39
Gráfico N° 20: Trazado en planta.....	40
Gráfico N° 21: Estación Cajamarca	41

Gráfico N° 22: Estación Real Plaza	41
Gráfico N° 23: Estación Los Andes	42
Gráfico N° 24: Sección transversal actual de la Av. Ferrocarril	58
Gráfico N° 25: Sección transversal futura de la Av. Ferrocarril.....	58
Gráfico N° 26: Fotografía del estado previo – Estación Barreiros/Tranvía de Santos.....	59
Gráfico N° 27: Fotografía del estado actual – Estación Barreiros/Tranvía de Santos.....	59
Gráfico N° 28: Diferencias entre el Corporate Finance y el Project Finance	79
Gráfico N° 29: Agentes intervinientes del Project Finance	80
Gráfico N° 30: Ingresos de una cofinanciación sin fideicomiso.....	86
Gráfico N° 31: Estructura del fideicomiso.....	89
Gráfico N° 32: Diagrama circular de inversiones del proyecto	100
Gráfico N° 33: Ingresos del proyecto – escenario base	105
Gráfico N° 34: Egresos operacionales del proyecto - Opex.....	106
Gráfico N° 35: Evolución de la cuenta de resultados	111
Gráfico N° 36: Flujo de caja del accionista.....	114
Gráfico N° 37: Ratio de cobertura del servicio de la deuda - RCSD	124
Gráfico N° 38: Coste del <i>equity</i> utilizando el máximo apalancamiento	131
Gráfico N° 39: Coste del <i>equity</i> utilizando el apalancamiento promedio ...	131
Gráfico N° 40: Gráfico tornado del caso base del proyecto	137
Gráfico N° 41: Flujo de caja de la administración	143
Gráfico N° 42: Gráfico tornado del flujo de caja de la administración	144
Gráfico N° 43: Ingresos del concesionario en el caso base sin fideicomiso	146

Gráfico N° 44: Gráfico tornado del caso base sin fideicomiso	148
Gráfico N° 45: Sistema ferroviario peruano actual	177
Gráfico N° 46: Mapa ferroviario - Perú 2040	180
Gráfico N° 47: Evolución del tráfico 21/10/2017 sentido Chilca	187
Gráfico N° 48: Evolución del tráfico 21/10/2017 sentido UNCP	188
Gráfico N° 49: Evolución del tráfico 23/10/2017 sentido Chilca	189
Gráfico N° 50: Evolución del tráfico 23/10/2017 sentido UNCP	190
Gráfico N° 51: Evolución del tráfico 25/10/2017 sentido Chilca	191
Gráfico N° 52: Evolución del tráfico 25/10/2017 sentido UNCP	192
Gráfico N° 53: Variación diaria del volumen vehicular en las mediciones .	193
Gráfico N° 54: Evolución del tráfico promedio sentido Chilca	194
Gráfico N° 55: Evolución del tráfico promedio sentido UNCP	195
Gráfico N° 56: Ajustes polinómicos para el Taxi / Auto colectivo	196
Gráfico N° 57: Ajustes polinómicos para la Combi	196
Gráfico N° 58: Ajustes polinómicos para el Microbús	197
Gráfico N° 59: Ajustes polinómicos para el Auto / Camioneta	197
Gráfico N° 60: Ajustes polinómicos para Camiones	198
Gráfico N° 61: Ajustes polinómicos para Camiones	198
Gráfico N° 62: Evolución del tráfico promedio extendido sentido Chilca...	199
Gráfico N° 63: Evolución del tráfico promedio extendido sentido UNCP ..	200

I. INTRODUCCIÓN

Huancayo es la ciudad más importante de la sierra central peruana, cuenta con casi medio millón de habitantes y constituye uno de los principales focos de desarrollo económico del Perú. Sin embargo, aún no cuenta con una adecuada infraestructura de transporte urbano; situación que es insostenible, dado el gran crecimiento constante que viene teniendo la metrópoli.

Dadas las limitadas condiciones técnicas y económicas de las administraciones locales y estatales peruanas, la ejecución de un gran proyecto de impacto en el transporte urbano utilizando enteramente solo recursos públicos es inviable. Por lo que, la necesidad de aprovechar la capacidad de endeudamiento, el conocimiento técnico y de gestión del sector privado es indispensable. En este sentido, el enfoque de asociación público privada se establece como una metodología eficiente para aprovechar los recursos económicos, técnicos y de gestión del sector privado.

Por otro lado, dentro de todas las alternativas de solución de la problemática del transporte en Huancayo, el tranvía se constituye como una opción idónea dadas las enormes ventajas que ofrece en términos de ahorro de tiempo de viaje, seguridad, comodidad, fiabilidad y respeto por el medio ambiente.

Así pues, se ha optado por desarrollar una asociación público privada en la modalidad de concesión para el diseño, construcción y explotación del Tranvía de Huancayo, con la finalidad de que solucione la problemática actual y futura del transporte urbano de Huancayo.

Por lo que, dado que es de vital importancia evaluar el aspecto financiero de este tipo de proyectos, ya que involucran grandes volúmenes de inversión, el presente trabajo fin de máster se encargará de realizar un análisis económico-financiero del sistema concesional del futuro Tranvía de Huancayo. Asimismo, proveerá de la información y herramientas necesarias a la administración, en cuanto al marco legal del proyecto y a la memoria de la concesión, que le permitan ejecutar el proyecto en caso lo estime conveniente.

II. ANTECEDENTES

La prestación del servicio ferroviario en Perú se inició a mediados del siglo XIX y se dio de forma continua hasta las primeras décadas del siglo XX. Posteriormente, hubo un paulatino decrecimiento de su uso provocado por la aparición y masificación del asfalto y del transporte automotor.

En la actualidad, el sistema ferroviario peruano está conformado por 8 líneas con una extensión total de tan solo 1.906,6 km¹ en vías nacionales (puesto 71 a nivel mundial, solo por delante de Colombia y Venezuela en Sudamérica²), de las cuales aproximadamente el 13% son de titularidad privada y el resto de titularidad pública. El tráfico ferroviario en estas vías es principalmente de mercancías y en cuanto al transporte urbano de pasajeros, este es limitado y se encuentra centralizado en la capital (para un mejor entendimiento del sistema ferroviario peruano, revisar el anexo 1).

A partir de estos datos y en aras de fomentar un transporte sostenible, es evidente la necesidad de incrementar la articulación ferroviaria del territorio peruano tanto a nivel regional como urbano. Para lo cual es imprescindible incrementar la inversión en proyectos ferroviarios. Sin embargo, la apuesta continua de las administraciones por el asfalto, los elevados costes de construcción, y los sofisticados conocimientos técnicos y de gestión requeridos para llevar a cabo este tipo de proyectos han hecho que estos se hayan estancado en Perú por un largo tiempo.

No obstante, durante las últimas décadas, el estado peruano, a través de la Agencia de Promoción de la Inversión – PROINVERSIÓN, ha venido impulsando el desarrollo de esta infraestructura por medio de la modalidad de asociación público privada (APP).

¹ En el presente texto se empleará la coma como separador decimal y el punto como separador de miles como es usual en la Unión Europea. No obstante, tener en cuenta que la nomenclatura en Perú es a la inversa.

² Información recogida de CIA World Factbook (2016), Central Intelligence Agency of USA.

Como antecedentes, tanto en las ya concesionadas líneas 1 y 2 de la Red Básica del Metro de Lima, como en el proyecto de rehabilitación y acondicionamiento del ferrocarril Huancayo – Huancavelica (que se prevé que se concesione en el 2018), se ha utilizado la modalidad APP para su diseño, construcción y operación.

Asimismo, como antecedente directo, en el año 2012, se realizó un primer intento por poner en marcha el denominado “Metro Wanka” en la ciudad de Huancayo, que consistía en el acondicionamiento de la única vía férrea existente para prestar un servicio de transporte urbano ferroviario. Esta iniciativa fue promovida de forma conjunta por Ferrovías Central Andina S.A. (FVCA – actual concesionario de las vías) y la Municipalidad Provincial de Huancayo (MPH). Para lo cual FVCA adquirió, con una inversión de aproximadamente 9 millones de soles (2,5 M€ aprox.), un tren de tracción diésel con 6 coches con capacidad para 150 pasajeros cada uno. Por otro lado, la MPH se comprometió a realizar una inversión de más de 7 millones de soles (1,9 M€ aprox.) mediante el proyecto “Mejoramiento de la Av. Ferrocarril tramo Av. Huancavelica – Av. Evitamiento entre los distritos de Huancayo, El Tambo y Chilca, provincia de Huancayo – Junín”, que comprendía el cercado de ciertos tramos, colocación de tranqueras en pasos a nivel y un sistema de señalización por semaforización. No obstante, el proyecto no prosperó debido a una serie de cuestionamientos a la viabilidad técnica del mismo.

Sin lugar a dudas, estos antecedentes han sentado una base sólida para la acometida de nuevos proyectos ferroviarios bajo la modalidad APP, no tan solo a nivel regional, sino con una especial atención al ámbito urbano, sustentado por el sostenido crecimiento de las principales ciudades peruanas.

III. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

3.1.- Ubicación

3.1.1.- Entorno

El espacio físico donde se emplazará el sistema tranviario de la ciudad de Huancayo se encuentra ubicado en la vía férrea existente correspondiente a 1,3 km de titularidad pública y a los últimos 5,2 km del ramal “La Oroya – Huancayo” de la actual concesión del Ferrocarril Central.

Por lo que, es oportuno enunciar las características más relevantes de esta concesión para poder lograr un mejor entendimiento de las condiciones de partida del proyecto.

La concesión del Ferrocarril Central se otorgó por un plazo inicial de 30 años en el año 1999 a la compañía Ferrovías Central Andina SA para su operación, explotación, mantenimiento y mejoramiento. Asimismo, es de modalidad autosostenible con pagos semestrales y anuales (como porcentaje de sus ingresos) al Estado peruano.

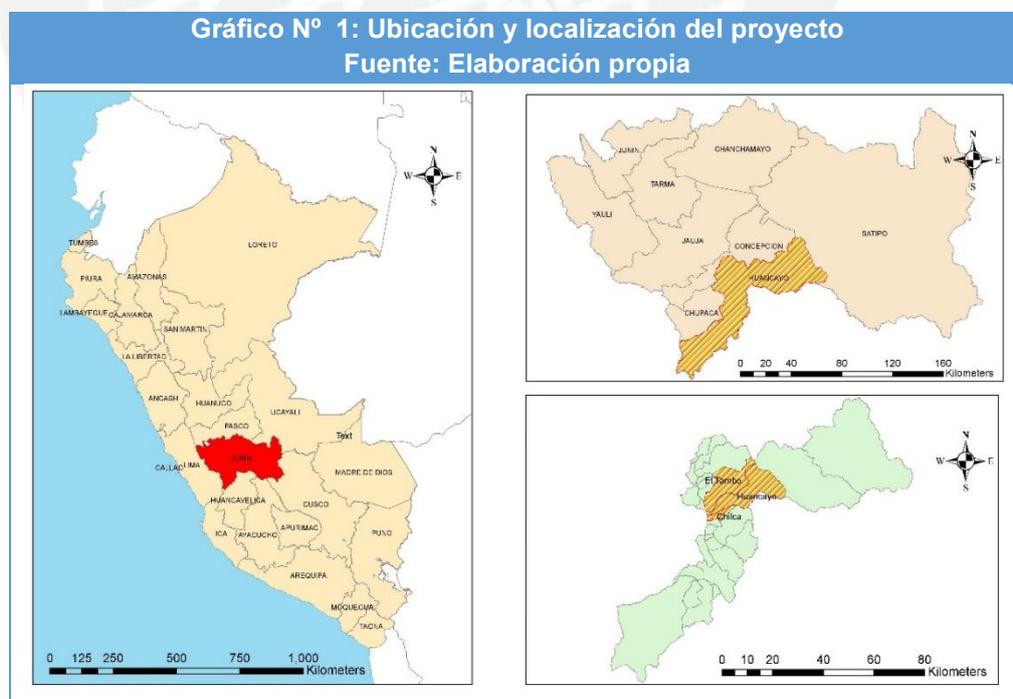


Gráfico N° 2: Concesión del Ferrocarril Central
Fuente: Ferrovías Central Andina SA / Elaboración propia



El Ferrocarril Central es una vía de penetración de un solo sentido de ancho de vía estándar (1'435 mm), que une la costa de Lima con los principales centros de extracción de minerales en la sierra central. Como se puede observar en el gráfico N° 1 y N° 2, esta vía tiene un recorrido inicial perpendicular al litoral costero de oeste a este, desde el puerto del Callao hasta la Oroya (234.6 km). A partir de este punto, el trazo se bifurca hacia el norte con el tramo La Oroya - Cerro de Pasco (131 km) y hacia el sur con el tramo La Oroya – Huancayo (124 km). Adicionalmente, este está vinculado físicamente mediante la estación de Chilca con el ferrocarril Huancayo – Huancavelica que está próximo a concesionarse.

Con una longitud total de 489.6 km, esta vía presta servicios principalmente de carga, específicamente de productos mineros, utilizándose solo los tramos Callao – La Oroya – Cerro de Pasco para este fin. En cuanto al tráfico de pasajeros, no se prestan servicios regulares, tan solo se realizan viajes turísticos esporádicos en la ruta Lima – Huancayo.

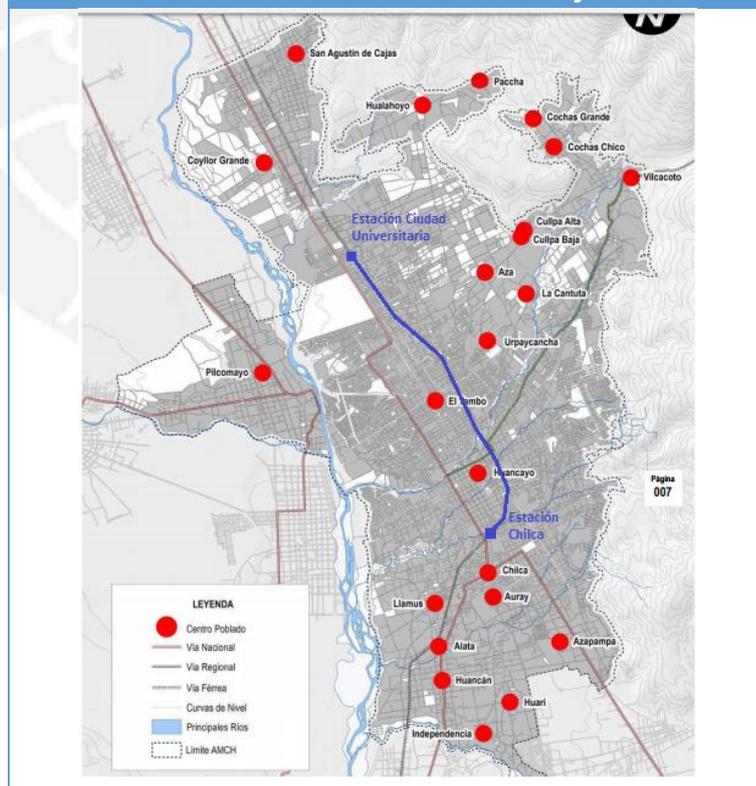
Es decir, se puede afirmar que **el tramo de vía férrea** del concesionario correspondiente al proyecto no se utiliza actualmente y **puede ser afecto de expropiación por razones de interés público previo pago de una indemnización según lo establece el marco legal peruano.**

3.1.2.- Emplazamiento local

La vía férrea existente donde se va a emplazar el proyecto discurre por un carril central exclusivo en la Av. Ferrocarril. Asimismo, atraviesa los distritos de El Tambo, Huancayo (distrito capital) y Chilca, todos pertenecientes a la provincia de Huancayo del departamento de Junín.

Como se puede observar en el gráfico N° 03, el trazado del proyecto atraviesa la ciudad de sur a norte, desde la estación Chilca (ubicado en el distrito del mismo nombre, a escasos metros del cruce de dos de las vías más importantes de la ciudad: Av. Ferrocarril y Av. Huancavelica) hasta la estación Ciudad Universitaria (ubicada a 250 metros de la Universidad Nacional del Centro del Perú). Asimismo, en su recorrido también atraviesa los principales focos sociales y económicos de la ciudad, dentro de los cuales podemos listar: el Mercado Modelo, el Estadio Huancayo, los principales *malls comerciales* (Real Plaza y Open Plaza), el Terminal Terrestre Los Andes, el mercado de venta de autopartes (Av. Mariátegui) y demás focos comerciales aledaños.

Gráfico N° 3: Emplazamiento del proyecto
Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Huancayo 2015-2025.



3.2.- Situación actual

En líneas generales, tanto la infraestructura como la superestructura de la vía férrea se encuentran en un estado deficiente debido a la falta de inversiones y por consiguiente al escaso mantenimiento de las vías.

A la fecha, el tramo de vías entre las estaciones Ciudad Universitaria y Huancayo (pertenecientes a la concesión del Ferrocarril Central) se encuentra en funcionamiento con servicios turísticos mensuales. Por otro lado, el tramo de titularidad pública comprendido entre la estación Huancayo y Chilca se encuentra inoperativo (aunque sí presenta la infraestructura).

En pocas palabras, estas vías no presentan las condiciones técnicas, de seguridad, tráfico y confort necesarias para la prestación de un servicio adecuado de transporte urbano regular de pasajeros.

A continuación, en los gráficos N° 04, 05 y 06, se pueden observar imágenes de las condiciones actuales de la infraestructura existente:

Gráfico N° 4: Estación Chilca
Fuente: Googlestreetview



Las vías se encuentran en estado de desuso y abandono. Se hace evidente la necesidad de la rehabilitación de la superestructura (rieles, durmientes y balasto) y limpieza de las vías.

Gráfico N° 5 : Estación Los Andes
Fuente: Googlestreetview



Se puede observar también que no se cuenta con la infraestructura pertinente como paraderos, obras de drenaje, dispositivos de seguridad y un sistema de señalización adecuado.

Gráfico N° 6: Estación Ciudad Universitaria
Fuente: Googlestreetview



También se puede observar que es evidente acondicionar del mismo modo la infraestructura colindante al emplazamiento del proyecto para poder prestar un adecuado acceso al servicio de transporte de pasajeros.

3.3.- Justificación e importancia del proyecto

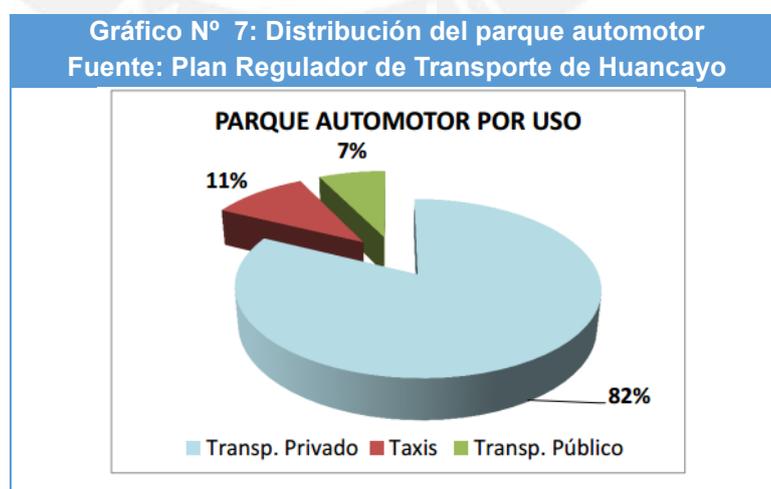
3.3.1.- Problemática actual

La ciudad de Huancayo se encuentra localizada en la sierra central del Perú, a tan solo 305 km de la ciudad de Lima. Según proyecciones del INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) para el 2015, Huancayo se constituye como la sexta ciudad más poblada del Perú con una población que asciende a más de 360 mil habitantes en su núcleo urbano (conformado por los distritos metropolitanos de Huancayo, El Tambo y Chilca) y con más de 503 mil habitantes en el área metropolitana con una tasa de crecimiento anual del 1,9%.

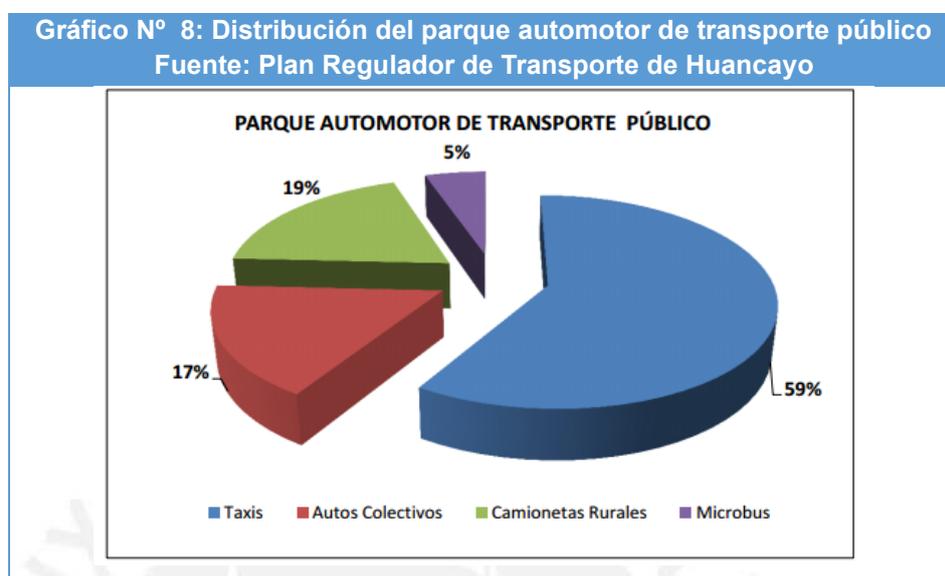
En este sentido, Huancayo se constituye como la ciudad más importante de la sierra central. Así, al igual que muchas de las ciudades principales de Perú, ha venido registrando un crecimiento económico sostenido en las últimas décadas. No obstante, este crecimiento, como es el caso de Huancayo, se dio de forma caótica.

Este crecimiento caótico se tradujo en una inadecuada o inexistente planificación del transporte público, desencadenándose la siguiente problemática:

En cuanto al parque automotor, existe una preponderancia marcada del transporte privado, alrededor del 82% como se puede observar en la siguiente imagen:



En cuanto al transporte público, este apenas representa el 18% del total del parque automotor (si incluimos los taxis), que se distribuyen como sigue:



A partir de este gráfico, se puede inferir que el transporte público en la ciudad de Huancayo se encuentra constituido en su mayoría por vehículos menores (alrededor del 76%) entre taxis y autos colectivos (taxis que brindan un servicio colectivo y cubren las rutas principales de la ciudad). El resto del parque automotor del transporte público se encuentra conformado por vehículos de mediana capacidad, entre los cuales encontramos a las camionetas rurales o combis y los microbuses o “coasters” con capacidades máximas de 18 y 30 personas, respectivamente. La presencia de buses de alta capacidad en el sistema de transporte huancaíno es nula.

En otras palabras, el transporte público masivo es insipiente y existe un predominio marcado del transporte privado y los vehículos menores, lo que se traduce en un elevado número unidades circulando en la ciudad

y por ende en elevados niveles de congestión vehicular³, ruido y contaminación ambiental⁴.

A esto se suma, que existe una atomización en la prestación del servicio de transporte público; es decir, que existe un gran número de operadores que terminan prestando servicios de forma individualizada. Esto se traduce en que, al no tener políticas empresariales conjuntas, estos compiten de forma compulsiva por acaparar la mayor cantidad de viajeros, generando condiciones de desorden, caos e inseguridad y fomentando de este modo la informalidad en el transporte.

Existe una pésima concepción del transporte público por parte de los usuarios, que se puede explicar por la muy baja calidad del mismo en términos de seguridad, confort y tiempos de viaje (actualmente, el tiempo de viaje en transporte público de mediana capacidad, combis y microbuses, es como media el doble del tiempo en transporte privado y otros vehículos menores como autos colectivo o taxis). Además, la pésima calidad del transporte público fomenta el uso del transporte privado y en consecuencia en la adquisición de nuevos coches privados por parte de la población (actualmente, el crecimiento del parque automotor es fundamentalmente de vehículos particulares). De este modo, se producirán mayores niveles de congestión que encarecerán aún más el transporte público, cerrándose así el círculo vicioso.

La congestión vehicular se registra mayoritariamente en las principales avenidas que discurren de norte a sur (Av. Ferrocarril, Av. Real y Av. Huancavelica) con sentido de acceso al centro de la ciudad. Estas vías

³ Cuenta con un parque automotor de aproximadamente 54.500 vehículos (2013), registrando un crecimiento acelerado en los últimos cinco años del 8% en promedio. Fuente: INEI – Perú. Según fuentes periodísticas locales (Correo), el parque automotor al 2017 habría crecido por encima de los 80.000 vehículos. Por otro lado, según el Plan Regulador de Rutas de Transporte Urbano de Huancayo, en las principales vías arteriales se registraron niveles de servicio D, E y F en las principales vías arteriales de la ciudad (Av. Ferrocarril, Calle Real y Av. Huancavelica).

⁴ Según el Ministerio del Ambiente, Huancayo ocupa el sexto lugar en el ranking de ciudades más contaminadas de Perú.

presentan una infraestructura vial deficiente tanto en dimensiones como en condiciones técnicas para la carga vehicular que soportan.

3.3.2.- Idoneidad del proyecto

Como se ha podido observar en el apartado anterior, Huancayo es una ciudad polo de desarrollo, que en los últimos años ha venido registrando un crecimiento constante, aunque caótico y desordenado. Esto se ha traducido en un transporte público deficiente, que ha favorecido el incremento del parque automotor privado y en consecuencia de la congestión de sus vías y el incremento de la contaminación sonora y ambiental.

Por lo que, es indudable la necesidad de mejorar la oferta de transporte público mediante el desarrollo de una infraestructura apropiada que pueda permitir la prestación del servicio de transporte público de forma segura, eficiente y cómoda para el usuario.

De este modo, las autoridades competentes deberán elaborar directrices, políticas y planes definidos para contrarrestar la problemática del transporte en la ciudad de Huancayo. Es así como, a raíz de establecer ciertos objetivos y metas, se deberán generar ciertas alternativas, cuya labor de selección deberá estar a cargo del equipo planificador y de un conjunto de expertos utilizando las metodologías de evaluación que ellos consideren pertinentes (Análisis Coste-Beneficio, Análisis Multicriterio, Método Electre, entre otros).

No obstante, **debido al alcance y carácter del presente texto⁵, se ha visto conveniente y sensato escoger al tranvía de forma directa** por los siguientes motivos:

- Se aprovecha el emplazamiento de la actual vía férrea, reduciendo así notoriamente los costes de expropiación de tierras, movimiento

⁵ La selección de la alternativa más adecuada se da de forma detallada en la fase de Estudio de Preinversión. Para el alcance de este proyecto se ha escogido al tranvía como la alternativa más idónea.

de tierras (en líneas generales, los costes de infraestructura) y por consiguiente los impactos medioambientales.

- Constituye un medio de transporte sostenible, al ser un medio de transporte electrificado, no emite contaminantes de forma directa a la ciudad y reduce la contaminación acústica.
- Tiene una capacidad de transporte intermedia, menos que el tren de cercanías, pero más que el autobús. En este sentido, es idóneo, ya que como se verá en el apartado 5.1.- Elección del tranvía, la demanda de transporte requerida en la Av. Ferrocarril se ajusta idóneamente a la oferta provista por este modo de transporte.
- Posee una elevada eficiencia energética, para transportar 218 personas, consume tan solo 360 KWh, en comparación de los 716 KWh consumidos por 4 autobuses y los 5.500 KWh, por 174 coches.
- Presenta una velocidad promedio de 25 a 35 km/h, superando al autobús que suele tener velocidades medias entre 12 a 16 km/h. Se espera una reducción del tiempo de viaje a la mitad.
- Al ser un medio de transporte en superficie, posee una gran accesibilidad tanto para los usuarios comunes como para las personas de movilidad reducida al contar con vehículos de “suelo bajo” y del mismo modo fomenta considerablemente la intermodalidad (se disponen de espacios para estacionar bicicletas).
- Reducirá considerablemente la presión del tráfico de vehículos en las vías principales de la ciudad, sobre todo en el centro de la misma, mejorando así la calidad del entorno urbano (además, se logra una gran integración al eliminar las barreras ferroviarias).
- Mejorará la competitividad del transporte público, reduciendo así la cuota de uso del transporte privado.
- Posee un mayor radio de captación muy superior al autobús (600 m) y por ende ayudará a soportar el crecimiento esperado de los

principales focos urbanos, sociales y comerciales de la ciudad.

- Posee las ventajas de los medios ferroviarios, constituyéndose como un medio de transporte moderno, regular, seguro y fiable.
- Tiene proyectos de referencia en Latinoamérica. Por un lado, el Tranvía de Santos (Brasil) fue desarrollado sobre el emplazamiento ferroviario existente de la ciudad, tal y como se propone en este proyecto. Por otro lado, el Tranvía de Cuenca (Ecuador) presenta características similares en términos técnicos, de población beneficiada y de características urbanas.
- Establece al “Tranvía de Huancayo” como un primer modelo de transporte ferroviario urbano fuera de la capital, que sería fácilmente replicable a otras ciudades polo de desarrollo del Perú. Asimismo, posiciona a Huancayo como una ciudad moderna a la altura de las principales capitales del mundo.

3.3.3.- Alternativas de ejecución

El desarrollo de infraestructura, indudablemente, tiene un impacto positivo en el desarrollo económico de un país. La realización paulatina y diligente de estas obras públicas, sobre todo en el sector transporte, conlleva numerosos beneficios como el incremento de empleo, la mejora de la calidad de vida de la población, incremento de la productividad y mejoras en el desarrollo de la ordenación del territorio.

Como se pudo analizar en el apartado anterior, son evidentes las numerosas ventajas del tranvía como alternativa de solución a la problemática del transporte en la ciudad de Huancayo. Por lo que, escoger la modalidad de ejecución más adecuada en términos de eficiencia económica, tecnológica y de gestión es fundamental. En este sentido, se realiza un informe de evaluación para determinar cuál es la modalidad de ejecución más apropiada para el proyecto en cuestión. Para lo cual mediante el concepto de *Public Sector Comparator*, las autoridades competentes determinan si la ejecución del proyecto por la

vía privada es más eficiente que la vía directa y tradicional.

No obstante, como mencionamos anteriormente, debido al alcance y al carácter del presente texto, se ha analizado de forma preliminar que realizar un proyecto de esta categoría mediante la modalidad tradicional se hace inviable por las siguientes razones:

- Es demostrada la ineficacia de la administración en la prestación de los servicios públicos a lo largo de las últimas décadas. Hecho que se puede comprobar fácilmente al observar las condiciones deficitarias con las que se imparte actualmente el servicio de transporte público en todo el país y de forma específica en Huancayo.
- El sector público peruano carece de experiencia alguna en la construcción u operación de proyectos de alta complejidad técnica y tecnológica como los tranvías electrificados.
- La infraestructura ferroviaria se caracteriza por las enormes ventajas listadas anteriormente, pero también por los elevados importes de inversión que estas suponen. Por este motivo, la ejecución de estos proyectos mediante financiación pública tradicional se hace prácticamente imposible en países con escasos recursos como Perú.

Por lo que, para poder acometer proyectos como el “Tranvía de Huancayo” es necesario buscar alternativas de gestión y financiación más sofisticadas. En este marco, las asociaciones público privadas (APP, también conocidas como *Public Private Partnerships* o PPP en el mundo anglosajón), que han sido ampliamente usadas alrededor del mundo en las últimas décadas, se establecen como una alternativa idónea.

Las APP constituyen un esquema innovador para proveer infraestructura, equipamientos y servicios públicos a través de la colaboración entre la administración pública y el sector privado. En sus diversas modalidades de contratación, se produce un análisis y

distribución de riesgos muy diligente, en las que se transfiere el riesgo al que mejor sabe gestionarlo, incrementando así la relación coste-beneficio.

Dentro de sus diversas ventajas, listamos las siguientes:

- La inversión privada acarrea criterios de mercado, que suponen mayor competitividad, eficiencia, innovación y capacidad de financiación, a su vez que se logra menor dependencia del presupuesto público.
- Incentiva la prestación del servicio público con altos estándares de calidad, ya que el operador es recompensado en términos de las condiciones en las que provee el servicio (demanda, disponibilidad y desempeño)
- La administración transfiere al sector privado la construcción y explotación de un determinado activo durante un período de tiempo, mas no la titularidad del mismo.
- Se promueve la eficiencia al integrar el ciclo de vida del proyecto desde su concepción hasta su explotación, dependiendo de la modalidad.
- Permiten ejecutar proyectos complejos de forma rápida y eficiente.

En cuanto a las condiciones que ofrece el país para el desarrollo de estos proyectos, tenemos:

- Perú, cuenta con un marco regulatorio debidamente establecido y con una larga data de casi 30 años de experiencia de diversos proyectos realizados bajo esta modalidad.
- Se presentan las condiciones necesarias para poder ejecutar proyectos APP. Según el informe Infrascopes (2014), que evalúa el entorno para las asociaciones público privadas en América Latina y el Caribe, Perú se ubica en el tercer lugar, sólo por detrás de Chile y Brasil, registrando un entorno desarrollado y maduro (mejor riesgo país) para acometer proyectos bajo esta modalidad.

Por lo que, tomando en cuenta las ventajas antes mencionadas y las características inherentes al presente proyecto, se ha estimado conveniente que este se ejecute mediante gestión indirecta bajo una **asociación público-privada de iniciativa estatal en la modalidad concesional cofinanciada**⁶ por los siguientes motivos:

- Es de iniciativa estatal porque es el sector público, en este caso la Municipalidad Provincial de Huancayo, que se encargará del planeamiento y formulación de la APP.
- Se requiere la modalidad concesional, ya que el proyecto conlleva la construcción de una obra pública y la administración carece de experiencia alguna en el sector; por lo que, se requiere que el proyecto entero, en la modalidad DBFOT (Design – Build – Finance – Operate – Transfer), sea realizado por una sola entidad.
- Se requiere que sea cofinanciada, ya que, si bien el “Tranvía de Huancayo” traerá muchos beneficios para la población involucrada, este deberá prestarse con una “tarifa social” que garantice su alcance a todos los sectores económicos de la población. Por lo que, dados los elevados montos de inversión de este tipo de infraestructura, se requieren pagos por parte de la administración para asegurar su viabilidad económica.

Las principales características de la financiación y del contrato de concesión se exponen de forma detallada en los capítulos VII y VIII, respectivamente.

⁶ Como se detallará en el apartado 6.2.5.- Fases de las APP en Perú, en la segunda fase del proceso, denominado de formulación, específicamente en el Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad, se realiza un análisis detallado para seleccionar la modalidad de ejecución más eficiente por medio de la aplicación de los criterios de elegibilidad (que han sustituido a la metodología de análisis comparativo o comparador público privado). En el presente proyecto, debido a su alcance, se ha supuesto que la forma de ejecución más eficiente es la APP; no obstante, esta afirmación deberá ser contrastada adecuadamente cumpliendo la normativa vigente.

IV. ESTUDIO DE DEMANDA

El presente estudio de demanda debe entenderse como una primera aproximación y en ninguno de los casos como un estudio definitivo, que de forma apropiada demandará seguir una determinada metodología de modelización del transporte, como el clásico modelo de cuatro pasos.

No obstante, a pesar del carácter preliminar del estudio, este provee una estimación confiable de la demanda esperada. Ya que, dadas las condiciones de movilidad de la ciudad, casi todos los viajes que se dan en la Av. Ferrocarril (una de las tres vías arteriales de la ciudad), se dan de sur a norte y de norte a sur, coincidiendo con el trazado del tranvía. Por lo tanto, un aforo vehicular, como el que se realizó, es adecuado para realizar una primera aproximación.

Este capítulo examina primero las características principales de la ciudad de Huancayo, luego describe y analiza el estudio de tráfico realizado.

4.1.- Caracterización del transporte de la ciudad de Huancayo

4.1.1.- Población

De acuerdo con el último censo del INEI (2007), la ciudad de Huancayo, conformada por los distritos metropolitanos de El Tambo, Huancayo y Chilca, registró una población de 336.293 habitantes.

Además, al analizar el crecimiento poblacional en base de cifras oficiales del INEI, se obtiene la siguiente tabla:

Períodos	Rangos de población	Tasa de crecimiento (% / Año)
[1981 – 1993]	164.950 – 258.210	+ 3,80
[1993 – 2007]	258.210 – 336.293	+ 1,91
[2007 – 2010]	336.293 – 355.741	+ 1,89
[2010 – 2024]	355.741 – 408.915	+ 1,00

Tabla N° 1: Crecimiento poblacional de la ciudad de Huancayo

Los datos poblaciones hasta el 2007 se corresponden a cifras reales de censos realizados. Asimismo, la población estimada en el 2010 se corresponde con proyecciones oficiales del INEI. Para el período 2010 – 2024 se ha utilizado de forma conservadora una tasa de crecimiento de 1,00 %. De este modo, para el 2024, año en el que se espera el proyecto entre en funcionamiento, se proyecta una población de **408.915 habitantes**.

4.1.2.- Cantidad de viajes que se realizan en transporte público en la ciudad

Si suponemos la misma distribución por grupos de edades que en el último censo oficial realizado en el 2007, se tendría la siguiente distribución para el año 2024:

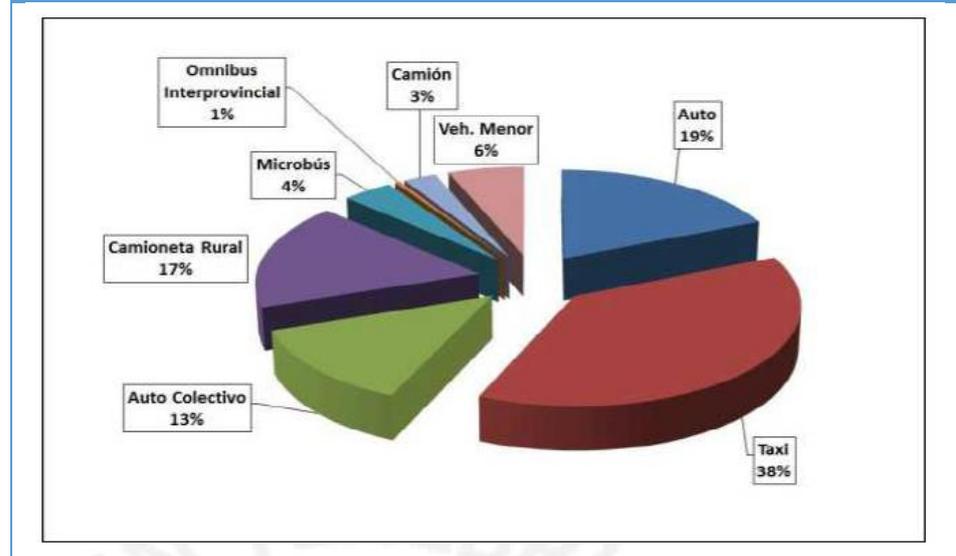
Grupo de edades	Distribución en el 2007 (%)	Distribución en el 2024 (hab.)
< 7 años	12,62	51.605
7 – 17 años	22,87	93.519
18 – 65 años	59,09	241.628
> 65 años	5,42	22.163

Tabla Nº 2: Distribución poblacional por grandes grupos de edades - Huancayo

A partir de estos datos, si inferimos que la población que está en capacidad de transportarse activamente se corresponde con la agregación de la población en edad escolar y la población económicamente activa, tenemos un total de 335.147 potenciales viajeros.

Luego, si asumimos conservadoramente que cada potencial viajero realiza 1.5 viaje por día (dado el crecimiento económico de la ciudad y tomando en cuenta que en Lima este indicador es de aproximadamente 2,1), **se tendrían 502.721 viajes diarios en la ciudad de Huancayo**.

Gráfico N° 9: Distribución modal promedio
Fuente: Plan Regulador de Rutas de Transporte de Huancayo

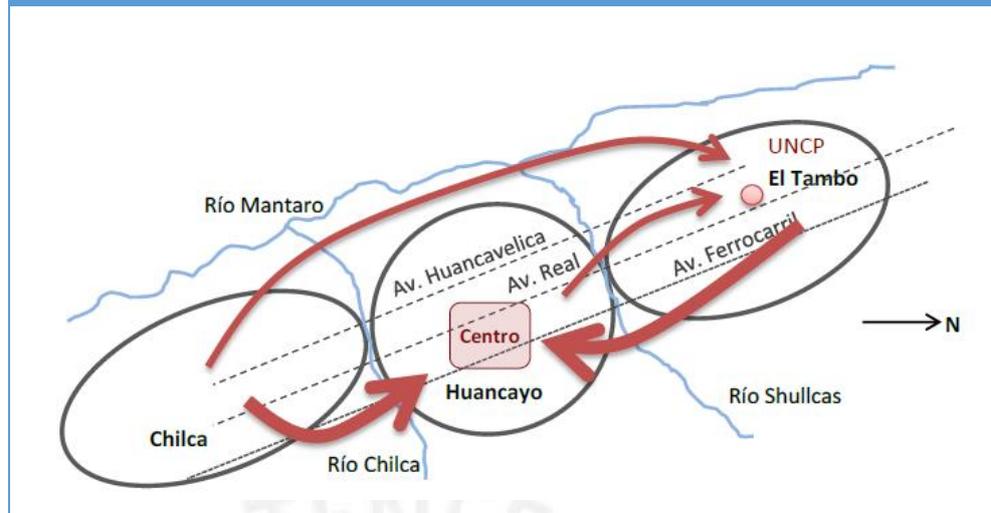


Ahora, como se puede observar en el gráfico anterior, si utilizamos la distribución modal obtenida en el “Plan Regulador de Rutas de Transporte Urbano de la Provincia de Huancayo” (2013, pp. 72), obtenemos que los viajes en transporte público (taxi, auto colectivo, camioneta rural y microbús) corresponden aproximadamente al 72 % del total de viajes. Por lo que, siguiendo esta premisa, se tendrían **361.960 viajes diarios realizados en transporte público** en el 2024.

4.1.3.- Movilidad en la ciudad de Huancayo

En cuanto a la movilidad en Huancayo, en el informe citado en el apartado anterior, se concluyó, como se esperaba, que las vías principales que soportan la mayor carga de tráfico de la ciudad son las Av. Ferrocarril, Calle Real y la Av. Huancavelica. Estas atraviesan la ciudad de norte a sur y el flujo de viajes habitual se presenta en la siguiente imagen:

Gráfico N° 10: Esquema del flujo vehicular habitual en Huancayo
Fuente: Ferrocarril Central Andino



Por otro lado, se concluyó que los principales motivos de viaje en el horario matutino son negocios, trabajo, hogar y estudios con un 31, 31, 22 y 10 % del total de viajes respectivamente. En el horario nocturno, los motivos de viaje principales son hogar, negocios, trabajo y estudio con un 53, 24, 9 y 4 %, respectivamente.

En otras características se tiene que, el transporte se desarrolla activamente dentro de la franja horaria de 6:00 horas a 21:00 horas, con horas pico alrededor de las 7:45 am a 8:45 am. Adicionalmente, se registró las características de un viajero promedio, que cuenta con 28 años, realiza un solo viaje mayoritariamente (con 2 transbordos como máximo), cuenta con un tiempo de viaje promedio de 20 a 40 minutos y con un costo medio de S/. 0.90 (noventa céntimos de sol, aproximadamente 0.29 céntimos de dólar) por viaje.

4.2.- Estimación de la demanda esperada en la Av. Ferrocarril

4.2.1.- Objetivos y alcance

Como se mencionó anteriormente, este estudio está orientado a obtener una descripción del tráfico, tanto en composición como en volumen vehicular, de la Av. Ferrocarril.

El alcance del presente estudio abarca la etapa de planificación, toma

de datos y gabinete. En la etapa de planificación se realizó un reconocimiento del emplazamiento del proyecto y se determinó la ubicación de las estaciones de conteo. En la etapa de gabinete se recopiló la información de estudios anteriores, se efectuó la validación de los datos de campo y finalmente se realizó el cálculo de la demanda diaria y anual esperada.

4.2.2.- Antecedentes

Dentro de la recopilación de información de estudios de tráfico existentes, se han recogido los siguientes:

4.2.2.1.- Análisis del Sistema de Transporte Público de Huancayo (Bonilla, 2006)

En este trabajo de tesis se hace un análisis de la evolución y la situación del transporte de Huancayo. En cuanto a estudios de tráfico, tan solo muestra resultados de un conteo vehicular realizado en las principales vías de la ciudad en horas punta en el año 1992, cuya fuente era un diario local (Correo).

4.2.2.2.- Demanda Actual y Proyectada de Pasajeros del Tren Urbano de Huancayo (2012, Ferrocarril Central Andino)

Este informe se realizó en el marco de los estudios realizados de la fallida puesta en marcha del proyecto denominado “Metro Wanka” que consistía en reutilizar la vía actual existente con material rodante a base de diésel.

Este estudio comienza analizando las características básicas del transporte en la ciudad de Huancayo, posteriormente realiza una estimación de la demanda utilizando dos métodos. El primero consiste en reutilizar la medición citada en la tesis de Bonilla en el año 1992 para proyectarla al año 2012. El segundo, en utilizar una medición realizada en el 2007 (no se especifica la fuente) para proyectarla al 2012. En ambos casos las mediciones tan solo se realizaron de 07:00 a 09:00 de la mañana y luego se supuso (no se mostró información que sustente

esta afirmación) que este volumen correspondía al 35% del volumen total de tráfico diario. Como resultado del segundo método de estimación se obtuvieron estos resultados:

Gráfico N° 11: Resultados del estudio: “Demanda Actual y Proyectada de Pasajeros del Tren Urbano de Huancayo” (2012)

Fuente: Ferrocarril Central Andino

Sentido 1:		Chilca-Huancayo-Tambo	
Horario:	8:00-9:00 Horas		
Total Horas:	1.00 Horas		
Factor:	35.00% Demanda día		
Tipo Vehículo	Cant Veh	Pax/Veh	
Camioneta Rural	281.00	9	
Microbús	72.00	20	
Ómnibus	0.00	30	
Total Pax/1 Hrs		3,969	
Total Pax/Día 2007		11,340	
Total Pax/Día 2012		11,684	

Sentido 2:		Tambo-Huancayo-Chilca	
Horario:	8:00-9:00 Horas		
Total Horas:	1.00 Horas		
Factor:	35.00% Demanda día		
Tipo Vehículo	Cant Veh	Pax/Veh	
Camioneta Rural	309.00	9	
Microbús	90.00	20	
Ómnibus	1.00	30	
Total Pax/1 Hrs		4,611	
Total Pax/Día 2007		13,174	
Total Pax/Día 2012		13,574	

Cuadro No. 14 Demanda de viajes en Av. Ferrocarril, según Censo efectuado

Escenario Esperado	Part %	Pax/día	
		T-H-Ch	Ch-H-T
Modo Tren Urbano	65.0%	8,823	7,595
Modo Combi	35.0%	4,751	4,089
Total	100.0%	13,574	11,684

Como se puede observar en el gráfico anterior, en este estudio se estimó una demanda diaria en la Av. Ferrocarril de 25.258 viajes y de 14.900 viajes, en ambos sentidos, para el denominado tren urbano.

De este estudio se puede concluir que se realizó utilizando estimaciones y suposiciones a grandes rasgos no contrastadas con un trabajo de campo pertinente, por lo que sus resultados son sesgados.

4.2.2.3.- Plan Regulador de Rutas de Transporte Urbano de la Provincia de Huancayo (Ramírez, 2013):

Este plan, realizado a cargo de la Municipalidad Provincial de Huancayo, busca identificar la constitución actual de la red viaria, la oferta de transporte público y analizar la movilidad presente en la ciudad de Huancayo. En otras palabras, busca lograr un equilibrio entre la oferta y la demanda del transporte por medio de la regulación e implementación de rutas de transporte público.

Para cuantificar el aforo vehicular en las vías de la ciudad se establecieron 59 puntos distintos de conteo alrededor de la ciudad, de los cuales tres estaban ubicados directamente en la Av. Ferrocarril, cuyos resultados se recogen a continuación:

Puntos de medición	Volúmenes diarios de vehículos
P04 (Centro comercial Real Plaza)	13.506
P16 (Mercado Modelo)	13.989
PTE03 (Terminal Los Andes)	16.059

Tabla N° 3: Volúmenes diarios de flujo vehicular en la Av. Ferrocarril (Ramírez, 2013)

Este conteo vehicular se realizó en el 2013 en tres turnos de tres horas cada uno, el turno mañana de 07:00 a 10:00 horas, turno tarde de 12:00 – 15:00 horas y turno noche de 18:00 – 21:00 horas. Es decir, la medición contempla un rango horario total de 9 horas.

Si tomamos un promedio simple de estas tres mediciones, tenemos un volumen medio en la Av. Ferrocarril de 14.518 vehículos por las 9 horas de medición. El horario de funcionamiento del futuro tranvía será desde las 05:00 horas hasta las 23:00 horas, lo que computa como un total de 18 horas diarias de servicio. Por lo que, si asumimos que el flujo vehicular de las 9 horas restantes de medición es igual al 80% de las 9 horas de medición realizadas (valor aceptable, dado que el flujo vehicular es estable desde las 07:00 hasta las 21:00 horas, como se verá más adelante en los resultados de los conteos realizados en este estudio), entonces a raíz de este estudio podemos concluir que se estiman un total de 26.132 vehículos diarios circulando en la Av. Ferrocarril desde las 05:00 horas las 23:00 horas al 2013.

4.2.3.- Aforo vehicular

El presente aforo o conteo vehicular se realizó con la finalidad de identificar los modos de transporte, cuantificar las intensidades de tráfico y su variabilidad a lo largo del día para así conocer los períodos de máxima demanda en la Av. Ferrocarril. Cabe resaltar, que las mediciones se realizaron durante fechas que presentaban “condiciones normales”. Es decir, fechas típicas en las cuales no hubo eventos inusuales que puedan alterar el normal curso del tráfico vehicular.

Todo esto se realizó con la finalidad de obtener una estimación de la demanda esperada del futuro Tranvía de Huancayo localizado enteramente en dicha vía.

4.2.3.1.- Estaciones de control

Las características de tráfico de la Av. Ferrocarril varían de acuerdo con los tramos de análisis. Las concentraciones de tráfico serán más altas o bajas de acuerdo con la cercanía a los focos atractores de viajes. Por lo que, para poder obtener resultados representativos es necesario ubicar las estaciones de control en los puntos más cercanos a los focos atractores de viajes y en donde se hace evidente que hay concentraciones de tráfico más altas (secciones de máxima demanda). Además, es necesario ubicar la estación en un lugar que facilite la visibilidad del personal encargado de realizar las mediciones.

En nuestro caso, se vio conveniente ubicar las estaciones de conteo en un punto medio de los principales focos atractores de viajes de la avenida y de la ciudad (Mercado Modelo, Real Plaza Huancayo y Open Plaza Huancayo). Asimismo, se escogió esta locación por la excelente facilidad para la toma de datos. Específicamente, la ubicación fue la intersección entre la Av. Ferrocarril y el Jr. Ayacucho.

Se tuvieron dos estaciones de conteo, uno denominado Estación Chilca que medía el tráfico de norte a sur y la otra la Estación UNCP en el otro sentido. A continuación, se presenta al detalle la ubicación de las estaciones de conteo:

- Taxi y auto colectivo
- Camioneta rural o combis
- Microbuses o *coasters*
- Autos
- Camiones
- Ómnibus interprovincial

Capacitación del personal

Se realizó la capacitación pertinente para familiarizar al personal aforador con los formatos de medición, detallar la clasificación de los tipos de vehículos y esclarecer el proceso de aforo en todas sus etapas.

Toma de datos de campo

- La toma de datos fue realizada desde las 06:00 hasta las 21:00 horas de forma ininterrumpida (realizando relevos de personal a las 13:30 horas), que constituyen 15 horas diarias de aforo vehicular.
- El conteo se realizó en intervalos de 5 minutos en los que se registró continuamente la tipología de cada vehículo observado. El formato utilizado tiene un tamaño A4 y es válido para 30 minutos de medición. Para mayor detalle, ver el formato de campo utilizado (elaboración propia) en el Anexo 3.1.- Formato de campo. Asimismo, en el Anexo 3.2.- Ejemplo de toma de datos, se muestra una medición realizada el día 21 de octubre de 07:00 a 07:30 horas.
- Cabe mencionar, que se realizó una supervisión continua al personal aforador para garantizar la calidad de la toma de datos.

4.2.3.3.- Metodología de la medición

A partir de los datos de campo recabados siguiendo las características antes propuestas, se procedió a realizar el trabajo de gabinete. En este se analizó y procesó la información recopilada para presentarla de forma compacta (gráficos y tablas) para facilitar su entendimiento.

La obtención de la demanda esperada se realizó bajo la siguiente metodología:

- **Primero**, se realiza el agrupamiento de los volúmenes vehiculares por horas, por sentido y por cada día de medición.
- **Segundo**, se procede a calcular una medición promedio por cada sentido, para lo cual se utiliza un promedio simple.
- **Tercero**, con las mediciones promedio, se realiza el ajuste polinómico (mejor ajuste) de la evolución vehicular por horas para cada tipo de modo de transporte y para cada sentido. Para esto se analiza el coeficiente de correlación, así como la lógica del ajuste.
- **Cuarto**, con la ayuda de las fórmulas de las funciones de ajuste polinómico se calculan los tráficos esperados para las franjas horarias en las que no se realizó aforo vehicular (de 05:00 a 06:00 y de 21:00 a 23:00 horas, que se encuentran dentro del rango de funcionamiento del futuro Tranvía de Huancayo).
- **Quinto**, con los resultados de tráfico extendidos a la franja horaria de 05:00 a 23:00 horas se procede a calcular la distribución de la composición vehicular, se presentan gráficos que muestran la variación de tráfico a lo largo del día y se calculan los volúmenes totales diarios y por cada modo de transporte.
- **Sexto**, la demanda total diaria esperada para el Tranvía de Huancayo se calcula sumando las demandas esperadas de cada modo de transporte. Las mismas que se calculan multiplicando el volumen vehicular registrado, el coeficiente de participación (definido como el grado de contribución esperado al cálculo de la demanda diaria) y la ocupación media de cada modo de transporte, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\text{Demanda} = \text{Volumen vehicular} * \text{Coef. Participación} \\ * \text{Ocupación media}$$

- **Séptimo**, se plantean tres escenarios de captación (pesimista, esperado y optimista) y se calcula para cada uno de ellos la demanda anual esperada para el 2017. Para esto último se contempla que el año cuenta solo con 300 días para compensar así la estacionalidad anual de la demanda.

4.2.3.4.- Resultados del conteo vehicular

En este apartado se mostrarán los pasos seguidos para obtener la demanda anual esperada del Tranvía de Huancayo al 2024 siguiendo la metodología planteada previamente.

Primero, los resultados del agrupamiento por horas, por sentido y por día de medición se pueden encontrar en el Anexo 3.3.1.- Resultados de las mediciones diarias.

Segundo, los resultados de las mediciones promedio por cada sentido se pueden encontrar en el Anexo 3.3.2.- Mediciones promedio.

Tercero, el detalle del ajuste polinómico de cada modo de transporte y por cada sentido de las mediciones promedio se puede observar en el Anexo 3.3.3.- Ajustes polinómicos.

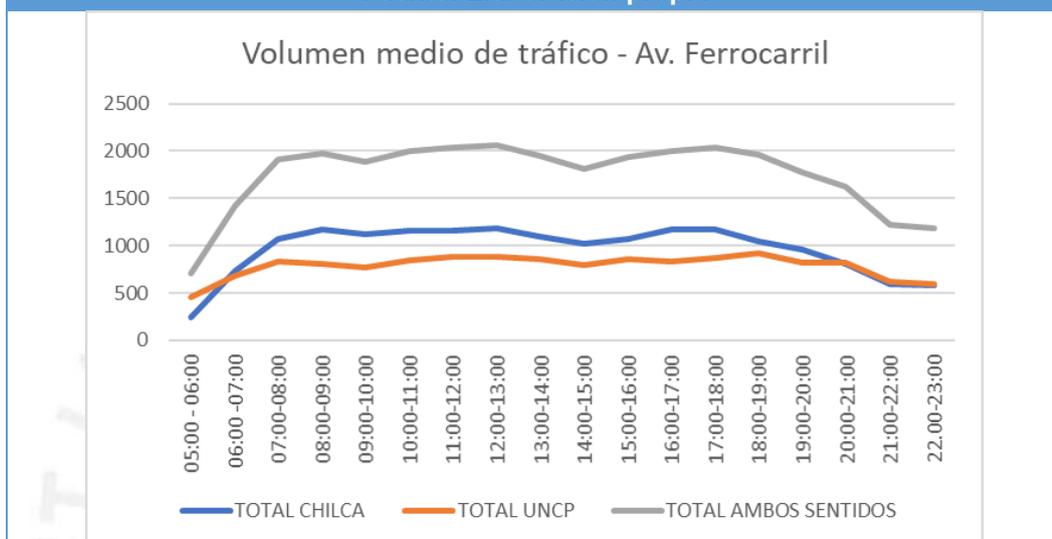
Cuarto y quinto, utilizando de forma lógica las fórmulas polinómicas de cada modo de transporte, se obtuvieron los resultados de tráfico extendidos a la franja horaria de 05:00 a 23:00 horas por cada sentido (en rojo se indican las mediciones que fueron proyectadas), como se puede ver en el Anexo 3.3.4.- Mediciones promedio ajustadas. Luego, sumando las mediciones de cada modo de transporte por sentido, y después de forma agregada, se obtienen los siguientes resultados:

FRANJA HORARIA	TOTAL CHILCA	TOTAL UNCP	TOTAL AMBOS SENTIDOS
05:00-06:00	239	462	701
06:00-07:00	729	688	1.417
07:00-08:00	1.069	838	1.907
08:00-09:00	1.166	810	1.976
09:00-10:00	1.117	774	1.890
10:00-11:00	1.153	846	1.999
11:00-12:00	1.154	882	2.035
12:00-13:00	1.178	887	2.065
13:00-14:00	1.092	855	1.947
14:00-15:00	1.017	800	1.817
15:00-16:00	1.074	862	1.936
16:00-17:00	1.167	838	2.004
17:00-18:00	1.175	865	2.040
18:00-19:00	1.042	914	1.957

FRANJA HORARIA	TOTAL CHILCA	TOTAL UNCP	TOTAL AMBOS SENTIDOS
19:00-20:00	954	818	1.772
20:00-21:00	813	814	1.627
21:00-22:00	598	617	1.215
22.00-23:00	580	600	1.180
TOTALES	17.293	14.168	31.485

Tabla N° 4: Volúmenes de tráfico promedio por cada sentido en la Av. Ferrocarril (2017)

Gráfico N° 13: Evolución de los tráficos por sentido y de forma agregada (2017)
Fuente: Elaboración propia

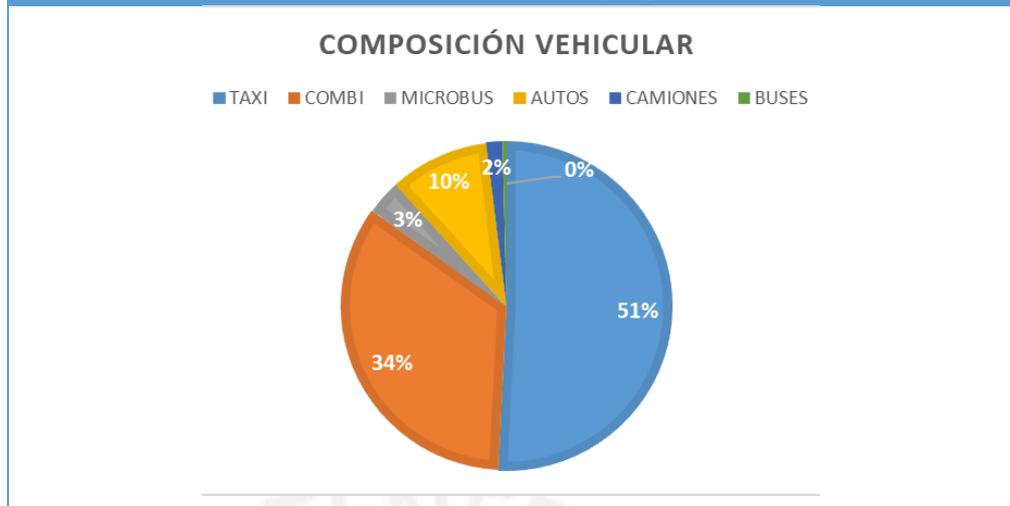


Como se puede observar en este gráfico y en la tabla anterior, el volumen vehicular en el sentido Chilca es superior al sentido UNCP en casi toda la franja horaria de análisis. Esto se puede explicar debido a que existe un mayor número de focos atractores en el primer caso que en el segundo. Los focos atractores en el primer caso son los centros comerciales Open Plaza, Comisaría de Huancayo, Real Plaza y el Mercado Modelo, que son los principales de la ciudad. En el segundo caso, el principal foco atractor es la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP).

Modo de transporte	Cantidad de Vehículos
TAXI	15.987
COMBI	10.716
MICROBUS	1.068
AUTOS	3.071
CAMIONES	494
BUSES	126
TOTAL DIARIO	31.485

Tabla N° 5: Volúmenes totales diarios por modo de transporte en la Av. Ferrocarril-2017

Gráfico N° 14: Composición vehicular del tráfico en la Av. Ferrocarril (2017)
Fuente: Elaboración propia



Sexto, para calcular la demanda diaria esperada en el proyecto, en ambos sentidos, se utilizó la formulación descrita en el apartado anterior y los siguientes valores de coeficientes de participación y ocupación media:

Modo de transporte	Coef. Participación
TAXI / AUTO COLECTIVO	20%
COMBI	80%
MICROBUS	80%
AUTOS / CAMIONETAS	0%
CAMIONES	0%
OMNIBUS INTERPROV.	0%

Tabla N° 6: Coeficientes de participación de cada modo de transporte (2017)

En esta tabla se puede observar que la contribución esperada a la demanda diaria del futuro Tranvía de Huancayo del transporte público (combi y microbús) es casi total (80%). Esto se sustenta con el planteamiento de que se suprimirán todas las rutas de transporte público que compitan directamente con el tranvía. Esta estimación es bastante acertada teniendo en cuenta que casi la totalidad de rutas que circulan en la Av. Ferrocarril tienen origen-destino en el norte-sur de la ciudad, coincidiendo con el mercado objetivo del tranvía.

Por otro lado, debido a que para esta medición no se diferencié entre taxi y auto colectivo, y este último constituye una modalidad de transporte público, se supone una contribución del 20%⁷ del mismo.

Gráfico N° 15: Tabla de capacidades del transporte público
Fuente: Plan Regulador de Rutas de Transporte de Huancayo

Capacidad	Numero de Pasajeros	
	Camioneta Rural	Microbus
FULL	22	38
SENTADO 100% PARADO 50%	19	30
SENTADO 100%	16	22
SENTADO 50%	8	11
SENTADO 25% CASI VACIO	4	5

Luego, utilizando la tabla de capacidades presentada en el gráfico anterior, se ha establecido una ocupación promedio bastante razonable⁸ del 50%. Esto se traduce a una ocupación promedio de 2, 8 y 11 pasajeros por vehículo de auto colecto, combi y microbús, respectivamente.

Así, utilizando estos valores, obtenemos la siguiente estimación de la demanda diaria de pasajeros del Tranvía de Huancayo:

Modo de Transporte	Cantidad de Vehículos	Coef. Participación	Ocupación media	Total viajes
TAXI / AUTO COLECTIVO	15.987	20%	2	6.395
COMBI	10.716	80%	8	68.581
MICROBUS	1.068	80%	11	9.398
AUTOS / CAMIONETAS	3.071	0%	-	0
CAMIONES	518	0%	-	0
OMNIBUS INTERPROV.	126	0%	-	0
Demanda diaria				84.374

Tabla N° 7: Estimación de la demanda diaria en la Av. Ferrocarril (2017)

⁷ Este valor es razonable dado que, según el Plan Regulador de Rutas de Transporte de Huancayo, la relación auto colectivo-taxi en la ciudad es de 1 a 4 (un 25%) y además este valor se ajusta a lo observado durante las mediciones.

⁸ Esta afirmación tiene relación directa con las observaciones realizadas en las mediciones de campo. En estas se vio una alta estacionalidad en las ocupaciones de los vehículos de transporte público, que superaban en casi todo momento ocupaciones del 50%.

Séptimo, calculamos la demanda anual con el factor de estacionalidad de 300 días y planteamos tres escenarios de captación: pésimo (80%), esperado (100%, que corresponde a la estimación realizada) y optimista (120%, un 20% adicional que corresponde a la demanda inducida en la movilidad ordinaria y la demanda generada por la dinamización de la economía). Los resultados de estos tres escenarios se muestran a continuación:

Escenario	% de captación	Viajes diarios	Demanda anual (millones)
Pesimista	80%	67.500	20,25
Esperado	100%	84.374	25,31
Optimista	120%	101.249	30,37

Tabla N° 8: Escenarios de la demanda anual en la Av. Ferrocarril (2017)

4.2.4.- Proyección de la demanda período 2024 - 2053

Para establecer una proyección de crecimiento adecuada para la demanda del Tranvía de Huancayo se han analizado los siguientes aspectos:

Primero, en cuanto al crecimiento del parque automotor y del flujo vehicular. Por un lado, se registró un crecimiento geométrico anual promedio del parque automotor de Huancayo en el período 2008-2013 de 8% (Fuente: Municipalidad Provincial de Huancayo). Por otro lado, si se toma en cuenta el volumen vehicular calculado en el apartado 4.2.2.- Antecedentes (c. Plan Regulador de Rutas de Transporte Urbano de Huancayo) de 26.132 vehículos diarios al 2013 y el volumen vehicular obtenido, de las mediciones realizadas en este estudio, de 31.485 vehículos diarios al 2017, se obtiene una tasa de crecimiento geométrica anual de 4,77%.

Segundo, es significativo analizar la economía de un país para evaluar el crecimiento de la demanda del transporte, dado que es un hecho demostrado que este guarda una estrecha relación con las principales variables macroeconómicas del país. En este sentido, el crecimiento

promedio del PBI y la inflación en los últimos 20 años registró valores de 4,68% y 3,20% (Fuente: Banco Mundial), respectivamente.

Por último, y de forma más categórica, para la proyección de la demanda de la Línea 2 del Metro de Lima, se utilizó una tasa de crecimiento geométrica constante de 1,94% (Fuente: Proinversión), valor representativo teniendo en cuenta que tanto Lima como Huancayo, registran tasas de crecimiento poblacional, de parque automotor y de PBI similares.

Entonces, tomando en cuenta estos tres aspectos, **se ha concluido que es conservador utilizar una tasa de crecimiento geométrica del 2%**, valor que es razonable para países en vías de desarrollo y con las características económicas que presenta Perú.

De este modo, las proyecciones de la demanda anual vehicular a inicios del 2024 (fecha prevista de inicio de operaciones del tranvía), según los escenarios planteados anteriormente, son las siguientes:

Escenario	% de captación	Viajes diarios	Demanda anual (millones)
Pesimista	80%	76.015	22.80
Esperado	100%	95.019	28.51
Optimista	120%	114.023	34.21

Tabla N° 9: Escenarios de la demanda anual en la Av. Ferrocarril (2024)

Así, para el 2024, en el escenario esperado y conservador, **se estima una demanda de 95.019 viajes ≈ 95.000 viajes por día en total, incluyendo ambos sentidos, para el Tranvía de Huancayo**, que representa el 26,25 % de los viajes inferidos en transporte público y el 18,90% del total de viajes en toda la ciudad (inferencia realiza en el apartado 4.1.- Caracterización del transporte de la ciudad de Huancayo). Valores que son razonables teniendo en cuenta que, tal y como se mencionó anteriormente, la Av. Ferrocarril constituye una de las tres vías principales y que más tráfico soporta en toda la ciudad.

Entonces, para el 2024, se espera una captación anual de **28,51 millones de viajes anuales**.

Cabe destacar, que la experiencia en la explotación de sistemas ferroviarios de transporte urbano alrededor del mundo nos dice que la demanda esperada queda grandemente reducida en los dos primeros años de operaciones por diversos factores como: la puesta a punto del sistema de operación a nivel de recursos humanos, organizacional y tecnológico, y la adecuación gradual de los usuarios y todos los implicados al nuevo sistema de transporte. Este fenómeno es conocido como el período de “*ramp-up*” de una infraestructura de transporte. **Por lo tanto, para el presente estudio se ha previsto “castigar” la demanda esperada en un 50% durante los dos primeros años.**

Finalmente, en los siguientes gráficos se puede ver la proyección de la demanda para el horizonte 2024 – 2053:

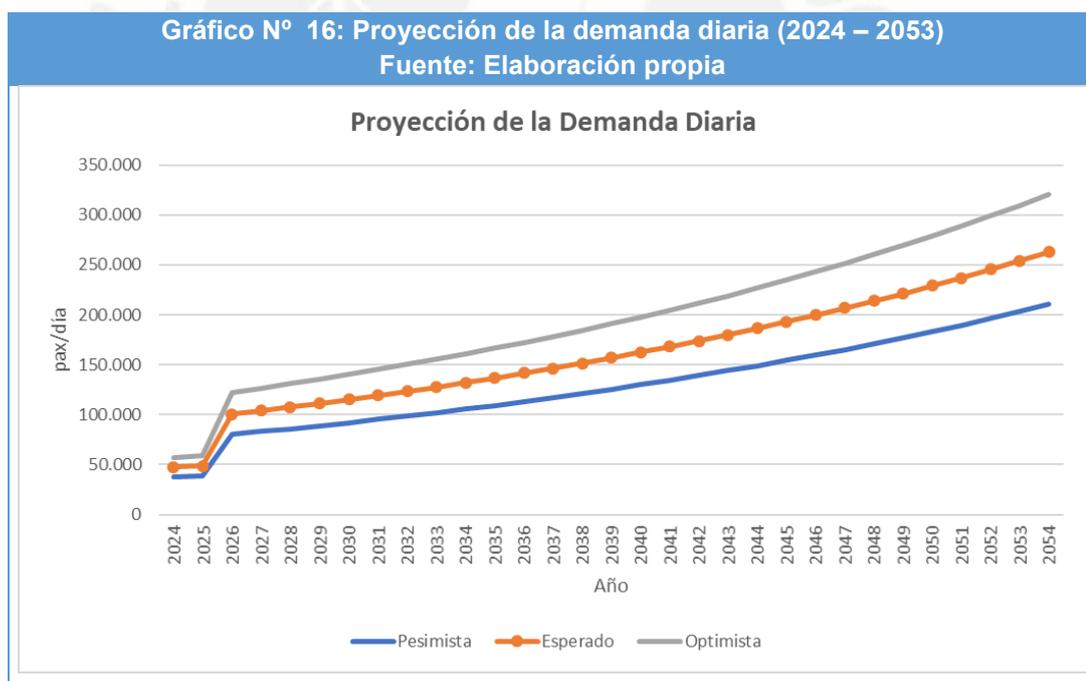
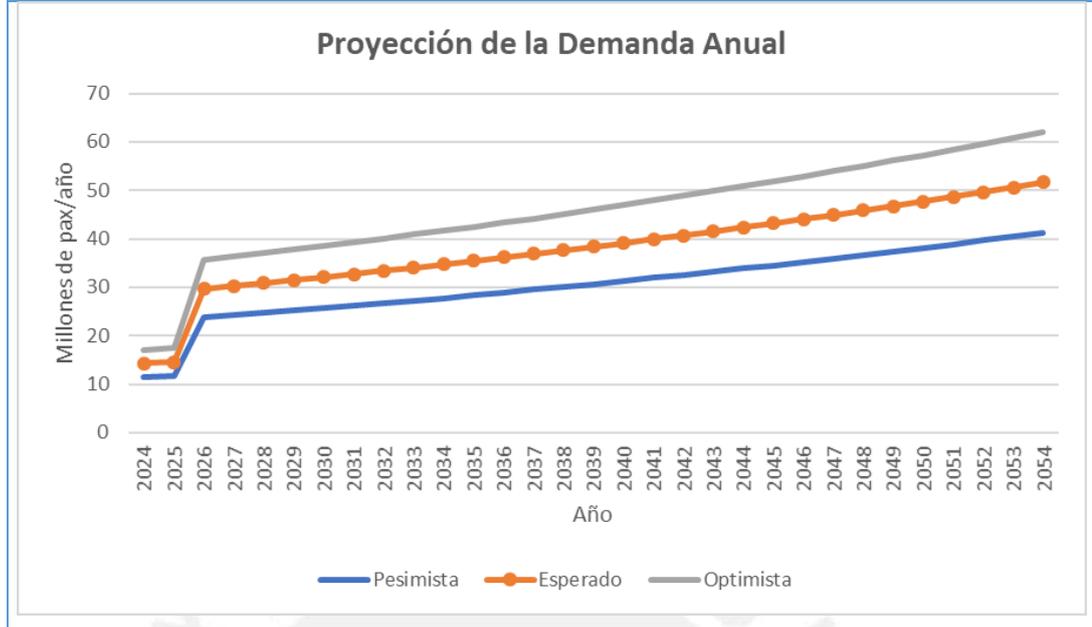


Gráfico N° 17: Proyección de la demanda anual (2024 – 2053)
Fuente: Elaboración propia



4.2.5.- Demanda horaria y horas punta

Con la finalidad de dimensionar adecuadamente la oferta tranviaria es imprescindible analizar las horas de máxima demanda. Con esta finalidad, si analizamos los volúmenes vehiculares promedio por cada sentido, los coeficientes de participación y las ocupaciones medias, como se analizó en el apartado 4.2.3.4.- Resultados del conteo vehicular, obtenemos la siguiente evolución de la demanda a lo largo del día en el escenario esperado:

Franja Horaria	D. CHILCA	D. UNCP	D. TOTAL
05:00-06:00	463	1.346	1.808
06:00-07:00	2.135	2.321	4.456
07:00-08:00	3.238	2.867	6.105
08:00-09:00	3.409	2.353	5.762
09:00-10:00	3.147	2.360	5.507
10:00-11:00	3.374	2.451	5.825
11:00-12:00	3.247	2.668	5.915
12:00-13:00	3.233	2.620	5.853
13:00-14:00	3.189	2.487	5.676
14:00-15:00	2.870	2.559	5.428
15:00-16:00	2.968	2.778	5.746
16:00-17:00	3.162	2.581	5.743

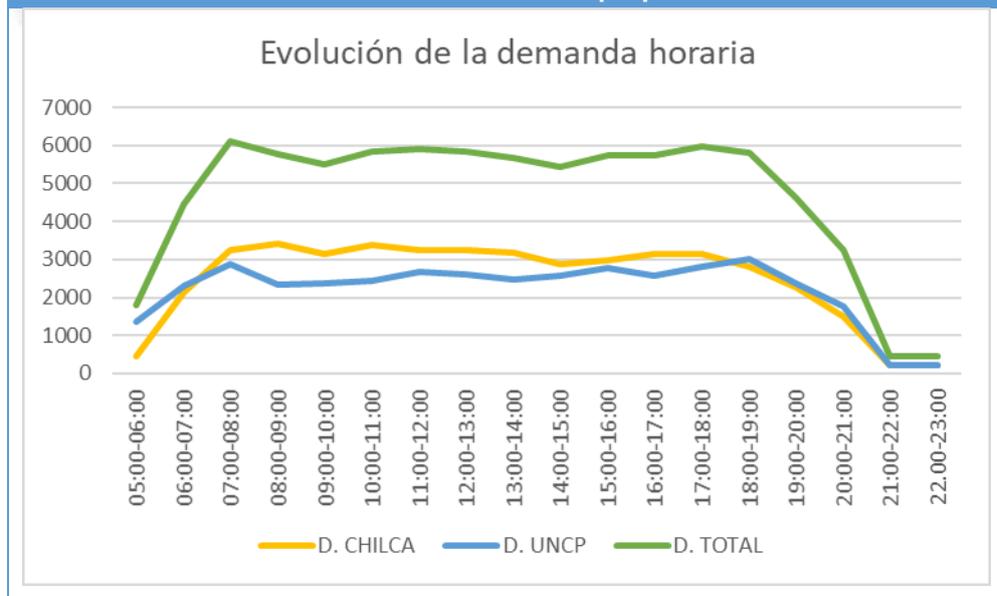
Franja Horaria	D. CHILCA	D. UNCP	D. TOTAL
17:00-18:00	3.137	2.824	5.962
18:00-19:00	2.799	3.001	5.801
19:00-20:00	2.257	2.376	4.634
20:00-21:00	1.482	1.767	3.249
21:00-22:00	232	221	453
22:00-23:00	232	221	453
Totales	44.574	39.801	84.374

Tabla N° 10: Evolución de la demanda horaria vehicular en la Av. Ferrocarril (2017)

Como se puede observar en el gráfico N° 18 y como se comentó en apartados anteriores, la demanda es estable (sin concentraciones altas) en la mayor parte del día. Específicamente, la demanda no tiene grandes variaciones en la franja horaria de 07:00 a 19:00 horas, **siendo las horas pico de 07:00 a 08:00, 11:00 a 12:00 y 17:00 a 18:00 horas**. Así, se tiene una demanda máxima de 3.409 viajes en el sentido Chilca y 6.105 viajes en ambos sentidos en hora punta para el 2017.

Luego, con la tasa de crecimiento del 2% (utilizada previamente), se esperaría **una demanda máxima de 3.839 viajes en un sentido y 6.875 viajes en ambos sentidos en hora punta para el 2024**.

Gráfico N° 18: Evolución de la demanda horaria vehicular en la Av. Ferrocarril (2017)
Fuente: Elaboración propia



V. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

5.1.- Elección del tranvía

En el capítulo anterior se obtuvo una estimación de la demanda esperada en la Av. Ferrocarril. No obstante, no se ha justificado aún su idoneidad en términos técnicos para suplir la demanda requerida en la citada avenida, cuestión que se analizará brevemente en el presente apartado.

Primero, a continuación, se muestran los principales medios de transporte de altas prestaciones de la actualidad y las capacidades que ofrecen:

Medio de transporte	Capacidad diaria ambos sentidos
BANS (Bus de Alto Nivel de Servicio)	10.000 a 50.000 viajes
TANS (Trolebús de Alto Nivel de Servicio)	15.000 a 60.000 viajes
Tranvía	30.000 a 150.000 viajes
Metro Ligero	100.000 a 200.000 viajes
Metro	Superan los 150.000 viajes

Tabla N° 11: Cuadro de capacidades de medios de transporte de alta capacidad

Segundo, en cuanto a la demanda, como se vio en el capítulo anterior, se obtuvo una estimación de la demanda esperada en la Av. Ferrocarril de aproximadamente **95.000 viajes diarios al 2014 (inicio de operaciones)**.

De este modo, se evidencia que el tranvía se establece como una alternativa acertada dadas las condiciones de la demanda requerida.⁹

⁹ Como se mencionó en el apartado 3.3.2.- Idoneidad del proyecto, para seleccionar la alternativa a utilizar finalmente se deberá ejecutar un debido proceso de evaluación.

5.2.- Trazado general

El trazado del “Tranvía* de Huancayo”, tal y como se mencionó en el capítulo III, queda definido por el actual emplazamiento ferroviario existente, que discurre por un carril central exclusivo. Específicamente, se ubica en la actual avenida Ferrocarril y se proyecta con una longitud aproximada de 6,5 km en doble vía que atravesará la ciudad de sur a norte, desde la estación Chilca (ubicado en la intersección con la Av. Huancavelica) hasta la estación Ciudad Universitaria (ubicado a la altura de la Universidad Nacional del Centro del Perú).

Se contempla que el tranvía cuente con 10 estaciones a una distancia promedio de 600 m, cuya disposición se puede observar en la siguiente imagen:

Gráfico N° 19: Emplazamiento general y estaciones
Fuente: Elaboración propia



En cuanto a las áreas de influencia del tranvía, algunas de las cuales podemos observar en las siguientes imágenes, se tiene que el trazado atravesará los principales focos sociales y económicos de la ciudad, dentro de los cuales podemos listar: el Mercado Modelo, el Estadio Huancayo, el Mercado Mayorista de Abastos, los principales *malls comerciales* (Real Plaza y Open Plaza), el Terminal Terrestre Los Andes, el mercado de venta de autopartes (Av. Mariátegui), demás focos comerciales aledaños y la Universidad del Centro del Perú.

Gráfico N° 21: Estación Cajamarca
Fuente: Googlestreetview



En la imagen se puede observar las inmediaciones del Mercado Modelo y el Mercado Mayorista de Abastos, en los cuales se expenden todo tipo de productos desde frutas y verduras hasta materiales de construcción. Sin lugar a dudas, esta zona se constituye como uno de los principales focos comerciales de la ciudad.

Gráfico N° 22: Estación Real Plaza
Fuente: Googlestreetview



Al lado izquierdo de la imagen se observa, la antigua estación de trenes de Huancayo. A la derecha, se aprecia el Mall Real Plaza de Huancayo, que fue el primero de su categoría que se instauró en esta ciudad y se constituye en la actualidad como un gran foco atractor de viajes.

Gráfico N° 23: Estación Los Andes

Fuente: Googlestreetview



A la izquierda se observa el nuevo centro comercial Open Plaza (a la fecha la construcción ha finalizado y el centro se encuentra en funcionamiento), que es de mayor extensión aún que el primero. A la izquierda, el Terminal Terrestre de Los Andes, que dispone con buses con un gran número de conexiones con Lima y el centro del país. Por otro lado, se puede apreciar que la vía férrea existente computa como un espacio perdido e inutilizado, así como el espacio urbano circundante se encuentra en un estado de constante desorden y con una necesidad apremiante de acondicionamiento.

Adicionalmente, con la finalidad de integrar este proyecto a un plan de desarrollo ferroviario de la región, se ha previsto contar con dos puntos de intermodalidad en los extremos del mismo. Primero, la estación Chilca al sur permitirá articular el tranvía con el tren interregional Huancayo – Huancavelica (próximo a concesionarse a inicios del 2018). Segundo, la estación Ciudad Universitaria al norte servirá de nexo con el tren de cercanías¹⁰ entre las provincias de Huancayo y Jauja.

Cabe señalar, que dada la magnitud del proyecto es imprescindible que este se enmarque en un plan estratégico integral de infraestructuras y transporte. Es decir, el tranvía deberá integrarse tanto a la movilidad actual como a futuras actuaciones.

¹⁰ La longitud total de este proyecto es de 35 km, que utilizando el trazado ferroviario existente conectará los principales focos urbanos aledaños (San Agustín de Cajas, San Jerónimo, Concepción, Matahuasi, Atura y Jauja) a la provincia de Huancayo. Asimismo, en su recorrido tendrá conexión con el Aeropuerto Francisco Carle de Huancayo.

5.3.- Parámetros generales de la explotación

5.3.1.- Criterios de ordenación del transporte y tráfico urbano

Con la finalidad de elevar la competitividad del transporte público y por consiguiente reducir en lo posible el crecimiento de la demanda del transporte privado, es fundamental y necesario proveer un transporte público de alta calidad. En estos términos, el tiempo de viaje es uno de los factores más importantes, si es que no el principal.

Por lo que, para lograr este objetivo, el tranvía tendrá plataforma separada y prioridad semafórica en todo el trazado. La prioridad semafórica será de naturaleza dinámica, que consiste en que cada vez que el tranvía se aproxime a una intersección, esta se “preparará”, para que cuando el tranvía finalmente llegue, el semáforo le dé paso libre, ahorrando así aproximadamente 8%¹¹ de energía evitando frenadas. De este modo, se garantiza que el tranvía siempre encuentre los semáforos en verde en cada intersección y por ende la velocidad media del mismo sea lo más alta posible. Para que esto sea posible y con la finalidad de asegurar la seguridad ferroviaria, es necesario implantar un sistema de señalización y protección que conste de: semaforización de las intersecciones (para el proyecto 24 en total o 4 por kilómetro), centrales de comunicación, puntos de medición, cámaras de tráfico, una central de control y demás elementos necesarios.

Por otro lado, con el propósito de garantizar la viabilidad económica del proyecto y fomentar la movilidad sostenible, se suprimirán las rutas de transporte público (autos colectivos, camionetas rurales y microbuses) que coincidan con el trazado del tranvía, acorde a un plan integral de transporte de la ciudad.

¹¹ Estadística recogida de las condiciones de explotación del Tranvía de Zaragoza.

5.3.2.- Condiciones de la explotación

En el presente apartado se presenta el razonamiento deductivo llevado a cabo para determinar las principales condiciones de operación del tranvía, como el tiempo de recorrido, las frecuencias de paso y el material rodante a utilizarse. Con esta finalidad, primero se presentan las fórmulas empleadas, luego, un análisis detallado de la oferta actual del material rodante, y finalmente, un análisis de la oferta tranviaria requerida a lo largo del horizonte temporal del proyecto.

Los análisis llevados a cabo se realizaron tomando en cuenta el escenario base de 32 años de plazo de concesión (2 años de construcción y 30 años de explotación), como se verá más adelante en el apartado 7.3.1.- Horizonte temporal del proyecto.

5.3.2.1.- Fórmulas empleadas

- Tiempo de recorrido (trayecto de ida y vuelta)

$$T_{recorrido} = 2 * \frac{\text{Longitud línea}}{\text{Veloc. comercial}}$$

- Cantidad de tranvías por hora y sentido

$$q = \frac{60}{\text{frecuencia}}$$

- Demanda media por unidad de tranvía (demanda unitaria)

$$D_u = \frac{\text{Demanda horaria}}{q}$$

- Material rodante mínimo necesario según la frecuencia establecida

$$N = \frac{T_{recorrido}}{\text{frecuencia}}$$

- Capacidad de las unidades tranviarias

$$\text{Capacidad}_U * \text{Factor de comodidad} \geq D_U$$

5.3.2.2.- Oferta del mercado de material rodante

Dentro de toda la oferta de unidades tranviarias del mercado, se ha escogido realizar el análisis de las unidades producidas por Alstom y CAF (Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles) por ser las compañías más representativas en términos de unidades vendidas y reputación en la actualidad.

Primero, en el caso de Alstom, se presentan las características del modelo CITADIS X05 (quinta generación) de 100% piso bajo. Cabe resaltar, que solo se muestran las características de los modelos¹² con un ancho estándar de 2650 mm, con la cantidad de asientos especificado y de operación bidireccional:

Módulos	Longitud (m)	Asientos	De pie (4 pax/m ²)	Capacidad (4 pax/m ²)	Capacidad (6 pax/m ²)	Capacidad (8 pax/m ²)
3	23,9	41	101	142	193	243
5	33,4	66	172	238	324	410
7	44,6	82	218	300	409	518
Unidades dobles (2X5)	64,7	104	336	440	608	776

Tabla N° 12: Características del tranvía modelo Citadis X05 de Alstom

Segundo, en el caso de CAF, se presenta el modelo URBOS 3 con 100% piso bajo. De forma análoga al caso anterior, solo se presentan las características de los modelos con ancho estándar de 2650mm y operación bidireccional:

Módulos	Longitud (m)	Asientos	De pie (4 pax/m ²)	Capacidad (4pax/m ²)	Capacidad (6pax/m ²)	Capacidad (8pax/m ²)
3	24,4	30	99	129	178	228
5	34,2	46	154	200	277	354
7	45,4	71	235	306	423	541
9	55,9	81	264	345	477	609

Tabla N° 13: Características del tranvía modelo Urbos 3 de CAF

¹² Las características mostradas son solo referenciales, dado que existe una gran diversidad de composiciones, que varían de acuerdo con las necesidades de cada proyecto (Fuente: páginas web de CAF y Alstom).

5.3.2.3.- Análisis de la oferta requerida del tranvía

La prestación del servicio de transporte público siempre se debe dar en condiciones que fomenten su uso por parte de la población; es decir, siempre bajo niveles adecuados de calidad. En este sentido, es necesario que la oferta tranviaria siempre supere la demanda, tanto en horas punta como valle, con estándares apropiados de confort. Por lo tanto, en las siguientes líneas se analizará la oferta tranviaria necesaria para satisfacer la demanda estimada en el capítulo anterior.

En primer lugar, en la siguiente tabla se muestra la oferta tranviaria necesaria para satisfacer la demanda horaria en el año 2024 (inicio de operaciones), teniendo en cuenta que este se encuentra determinado por la frecuencia de paso y la capacidad de las unidades, como se puede observar en el apartado 5.3.2.1 Fórmulas empleadas.

Franja Horaria	CHILCA				UNCP			
	Demanda Horaria	Frecuencia Propuesta (min)	Demanda Unitaria	Confort (pax/m ²)	Demanda Horaria	Frecuencia Propuesta (min)	Demanda Unitaria	Confort (pax/m ²)
05:00- 06:00	521	10	87	0,27	1.515	10	253	3,09
06:00-07:00	2.405	6	240	2,88	2.613	6	261	3,24
07:00-08:00	3.647	5	304	3,96	3.229	5	269	3,37
08:00-09:00	3.839	5	320	4,24	2.650	5	221	2,55
09:00-10:00	3.544	5	295	3,82	2.658	5	221	2,56
10:00-11:00	3.800	5	317	4,18	2.760	5	230	2,71
11:00-12:00	3.656	5	305	3,98	3.005	5	250	3,05
12:00-13:00	3.641	5	303	3,96	2.950	5	246	2,98
13:00-14:00	3.591	5	299	3,89	2.801	5	233	2,76
14:00-15:00	3.232	5	269	3,38	2.881	5	240	2,88
15:00-16:00	3.342	5	279	3,53	3.129	5	261	3,23
16:00-17:00	3.561	5	297	3,84	2.906	5	242	2,91
17:00-18:00	3.533	5	294	3,80	3.181	5	265	3,30
18:00-19:00	3.152	5	263	3,26	3.380	5	282	3,59
19:00-20:00	2.542	6	254	3,12	2.676	6	268	3,35
20:00-21:00	1.669	7,5	209	2,34	1.990	7,5	249	3,03
21:00-22:00	261	30	131	1,02	249	30	124	0,91
22:00-23:00	261	30	131	1,02	249	30	124	0,91

Tabla N° 14: Tabla de frecuencias de operación propuestas para el 2024

En la tabla anterior se puede observar la demanda horaria, la frecuencia de paso propuesta, la demanda por cada unidad de tranvía y el índice de confort resultante (utilizando el modelo Urbos de 7 módulos de CAF, ya que es el que mejor se ajusta a la demanda con un nivel de confort apropiado) para el 2024. Además, como se puede observar en la tabla anterior, el peor índice de confort obtenido de la propuesta es de 4,24 pax/m², valor que es aceptable, teniendo en cuenta que 6 pax/m² es el límite toreadable sin que el usuario presente una elevada incomodidad.

Asimismo, a partir del análisis de la oferta del primer año de operaciones (2024) se infiere que para realizar la proyección temporal es suficiente con estudiar la situación más crítica; ya que, es la que necesitará menores frecuencias y por ende mayor número de unidades.

De este modo, se debe analizar la franja horaria en el sentido con mayor demanda y en la estación más crítica (que es la que corresponde a esta medición). Así pues, a continuación, se presenta la proyección del análisis de la oferta para la franja horaria más crítica (08:00 a 09:00 horas en el sentido Chilca):

Año	Demanda en Hora Punta	Frecuencia en Hora Punta (min)	Demanda Unitaria	Unidades Mínimas Necesarias	Confort (pax/m ²)
2024	3.839	5	320	8	4,24
2025	3.916	5	326	8	4,35
2026	3.994	5	333	8	4,46
2027	4.074	5	339	8	4,57
2028	4.155	5	346	8	4,69
2029	4.238	5	353	8	4,80
2030	4.323	5	360	8	4,92
2031	4.410	5	367	8	5,05
2032	4.498	5	375	8	5,17
2033	4.588	5	382	8	5,30
2034	4.680	5	390	8	5,43
2035	4.773	5	398	8	5,56
2036	4.869	5	406	8	5,70
2037	4.966	5	414	8	5,84
2038	5.065	5	422	8	5,98
2039	5.167	4	344	10	4,65

Año	Demanda en Hora Punta	Frecuencia en Hora Punta (min)	Demanda Unitaria	Unidades Mínimas Necesarias	Confort (pax/m2)
2040	5.270	4	351	10	4,77
2041	5.375	4	358	10	4,89
2042	5.483	4	366	10	5,01
2043	5.592	4	373	10	5,14
2044	5.704	4	380	10	5,26
2045	5.818	4	388	10	5,39
2046	5.935	4	396	10	5,53
2047	6.053	4	404	10	5,66
2048	6.175	4	412	10	5,80
2049	6.298	4	420	10	5,94
2050	6.424	4	428	10	6,08
2051	6.553	4	437	10	6,23
2052	6.684	4	446	10	6,38
2053	6.817	4	454	10	6,53

Tabla N° 15: Proyección del estudio de la oferta tranviaria (2024-2053)

En la tabla anterior se puede observar la proyección de la demanda en hora punta, las frecuencias propuestas (considerando como límite de servicio tolerable un índice de confort máximo de 6,5 pax/m²), la consiguiente demanda unitaria, las unidades mínimas necesarias y los índices de confort resultantes utilizando en todos los casos tranvías de composiciones de 7 módulos.

Luego, atendiendo la necesidad mínima de tranvías, se ha propuesto la adquisición de 16 tranvías, distribuidos en 10 en el inicio de las operaciones, y los 6 restantes en el 2038 (teniendo en cuenta incrementos de demanda mayores a los esperados), como se muestra en la siguiente tabla:

Período	Oferta de Unidades Tranviarias	Unidades en Operación	Unidades en Reserva
2024 – 2038	10	8	2
2039 – 2053	16	10	6

Tabla N° 16: Cronograma de adquisición de material rodante

Cabe señalar, que al caducar la concesión, la administración concedente deberá analizar si incrementar la flota o acometer otras actuaciones para atender el crecimiento de la demanda y proveer un servicio de transporte público con índices de confort adecuados.

Para el cálculo de las unidades mínimas necesarias se ha estimado una velocidad comercial de 20 km/h, debido a que el recorrido es de bajas pendientes, poca sinuosidad y además porque se garantiza la priorización semafórica del tranvía. Esto se traduce en un tiempo total de recorrido desde la primera a la última estación de 20 min (40min para el trayecto de ida y vuelta).

Por último, como se ha podido observar, el rango de frecuencias seleccionado varía de 5 - 30 minutos en el 2024 a 4 - 20 minutos en el 2053.

5.3.2.4.- Otras características de la explotación

- 1) Se establece una vida útil de 30 años por cada unidad de tranvía.
- 2) Se establecen 18 horas diarias de servicio, desde las 05:00 a las 23:00 horas durante todos los días del año, excepto domingos y feriados, días en los que la programación puede variar.
- 3) La alimentación energética del sistema tranviario será eléctrica vía línea aérea de contacto (catenaria) en todo el trazado.
- 4) Para calcular la longitud de recorrido anual (Km.tren), entendida como la distancia media promedio recorrida por todas las unidades del sistema de transporte, se procede a multiplicar la cantidad de expediciones diarias por la longitud total del recorrido ($2*6,5 = 13$ km) y por 300 (teniendo en cuenta la estacionalidad de la demanda). Así, en el siguiente cuadro se puede observar este cálculo para el año 2024:

Franja Horaria	Frecuencia	Expediciones Diarias
05:00-06:00	10	2
06:00-07:00	6	10

Franja Horaria	Frecuencia	Expediciones Diarias
07:00-08:00	5	12
08:00-09:00	5	12
09:00-10:00	5	12
10:00-11:00	5	12
11:00-12:00	5	12
12:00-13:00	5	12
13:00-14:00	5	12
14:00-15:00	5	12
15:00-16:00	5	12
16:00-17:00	5	12
17:00-18:00	5	12
18:00-19:00	5	12
19:00-20:00	6	10
20:00-21:00	7,5	8
21:00-22:00	30	2
22.00-23:00	30	2
	Total	182
	Total Km.Tren	709.800 = 182*13*300

Tabla N° 17: Longitud anual recorrida (Km.Tren) en el año 2024

Análogamente, este cálculo se realiza en años posteriores a medida que la frecuencia de paso se incremente (según el análisis realizado en el apartado anterior). De este modo, a continuación, se presenta la proyección temporal de los kilómetros anuales recorridos:

Período	Expediciones diarias	Km.Tren
2024 - 2038	182	709.800
2039 - 2053	226	881.400

Tabla N° 18: Proyección de la longitud anual recorrida (Km.Tren / 2024-2053)

- 5) Utilizando datos de explotación de tranvías de similares condiciones como el de Medellín (Colombia)¹³, se espera una necesidad de recursos humanos de 90 personas de forma directa y 20 de forma indirecta. (El detalle del personal mínimo necesario se analizará en

¹³ Presenta una longitud de 4,3 km con 6 paradas y 12 unidades. Es de plataforma reservada y cuenta con priorización semafórica.

el apartado 7.3.4.3.2.1.1.- Costes por personal)

- 6) Con la finalidad de fomentar la utilización y la adecuación de los viajeros al nuevo sistema de transporte, se establecerán períodos de pruebas gratuitos durante los tres primeros meses de operaciones.

5.4.- Análisis preliminar de las inversiones necesarias

En este apartado se presenta una estimación de las inversiones necesarias para la ejecución del Tranvía de Huancayo bajo las especificaciones planteadas previamente. Con este propósito, primero, se realiza un análisis general de ratios de las inversiones realizadas en distintos proyectos tranviarios alrededor del mundo. Luego, se muestra la estimación propiamente dicha de las inversiones necesarias utilizando los ratios que mejor se ajusten a su realidad y condiciones técnicas.

5.4.1.- Análisis de inversiones en otros proyectos tranviarios

Antes de proceder con el análisis es preciso definir los ratios utilizados en el mismo.

Primero, el ratio de costes (M€/Km) queda definido como la inversión necesaria (IVA no incluido) para ejecutar un 1 Km de infraestructura en vía doble y se obtiene mediante el cociente entre la inversión total y la longitud total de la infraestructura.

$$RC = \frac{\text{Inversión (M€)}}{\text{Longitud (Km)}}$$

Segundo, el ratio de rendimiento socioeconómico (pax/día/M€) queda definido como la cantidad de viajeros diarios transportados por 1 M€ de euros invertido y se obtiene mediante el cociente entre la demanda diaria media y la inversión total del proyecto.

$$RSE = \frac{\text{Demanda diaria } \left(\frac{\text{pax}}{\text{día}}\right)}{\text{Inversión (M€)}}$$

Luego, según Gregory Carmona (2015, p3), el ratio de rentabilidad socioeconómica debe ser entendido como el “*rendimiento de la inversión, racionalizando su utilidad social por su coste*”. Además, establece 5 categorías de proyecto según la sensatez de la inversión, que se muestran a continuación:

Ratio socioeconómico (pax/día/M€)	Grado de sensatez de la inversión
< 100	Inadecuada
[100 – 150>	No del todo adecuada
[150 – 200>	Adecuada
[200 – 250>	Muy buena inversión
> 250	Alto rendimiento socioeconómico

Tabla N° 19: Criterios de eficiencia de inversión en tranvías (Carmona, 2015)

5.4.1.1.- Tranvías en Europa y África

NOMBRE	POBLACIÓN	DEMANDA (PAX/DIA)	INVERS. (M€)	LONG. (KM)	RATIO (M€/KM)	RATIO (PAX/DIA/ M€)	INAU GUR.	OBSERV.
JAÉN - ESPAÑA	117.000	13.000	120	4,7	25,5	108,3	N/A	Obra concluida, pero no está en operación
BILBAO - ESPAÑA	300.000	4.500	40,3	5,57	7,2	111,7	1998	
PARLA - ESPAÑA	120.000	11.000	128	8,2	15,6	85,9	2007	
BARACALDO - ESPAÑA	100.000	20.000	88	9	9,8	227,3	N/A	En estudio informativ o
NIZA T1 - FRANCIA	345.000	62.000	215	9,15	23,5	288,4	2007	
LYON T1 – FRANCIA	450.000	58.800	196	9,4	20,9	300,0	2001	
TENERIFE 1 – ESPAÑA	250.000	46.000	304	12,5	24,3	151,3	2007	
ZARAGOZA – ESPAÑA	600.000	80.000	355,7	12,8	27,8	224,9	2011	Catenaria subterrán ea
VITTORIA – ESPAÑA	220.000	22.000	110	12,8	8,6	200,0	2008	
TRAMBESOS – BARCELONA - ESPAÑA	1.500.000	20.500	205	14,1	14,5	100,0	2007	
LYON T2 – FRANCIA	450.000	57.000	270	14,9	18,1	211,1	2001	
TRAMBAIX – BARCELONA - ESPAÑA	1.500.000	42.000	230	15,2	15,1	182,6	2004	
MONTPELLIER T1 - FRANCIA	270.000	126.000	407	15,7	25,9	309,6	2000	

NOMBRE	POBLACIÓN	DEMANDA (PAX/DIA)	INVERS. (M€)	LONG. (KM)	RATIO (M€/KM)	RATIO (PAX/DIA/M€)	INAUGUR.	OBSERV.
MONTPELLIER T2 - FRANCIA	560.000	45.000	300	17,5	17,1	150,0	2006	
MURCIA – ESPAÑA	440.000	34.000	264	18	14,7	128,8	2011	
CASABLANCA – MARRUECOS	4.200.000	250.000	600	31	19,4	416,7	2012	

Tabla Nº 20: Cuadro comparativo de los tranvías en Europa y África

Dentro de los distintos proyectos tranviarios alrededor del mundo, se han seleccionado aquellos localizados en Europa (Francia y España) y África (Marruecos). Los dos primeros países, por ser los pioneros en este renovado modo de transporte y el tercero, por ser un país emergente al igual que Perú.

Así, al analizar la tabla anterior, se obtiene un ratio de costes medio de 18 M€/Km, que varía en un rango de 7,2 a 27,8 M€/Km. El ratio más elevado le corresponde al Tranvía de Zaragoza, esto se puede explicar por la innovación en la implantación de tramos sin catenaria, que encareció su coste.

Además, se puede observar un amplio rango en el ratio socioeconómico (85,9 a 416,7 pax/día/M€), que según el criterio de Carmona se traduce en un rango de inversiones inadecuadas a muy rentables en el aspecto socioeconómico. De este modo, se tienen inversiones como el Tranvía de Parla que han sido muy criticados por su elevada inversión y baja rentabilidad social u otras como el Tranvía de Zaragoza que ha obtenido diversos galardones.

5.4.1.2.- Tranvías en Sudamérica

NOMBRE	POBLACIÓN	DEMANDA (PAX/DIA)	INVERS. (M€)	LONG. (KM)	RATIO (M€/KM)	RATIO (PAX/DIA/M€)	INAUGURAC.	OBSERV.
MEDELLIN – COLOMBIA	2.508.000	90.000	202	4,3	47	445,8	2015	Translohr, pendientes elevadas
CUENCA – ECUADOR	331.000	115.000	185,5	10,2	18,2	452,8	2019	Catenaria subterránea
SANTOS - BRASIL	419.000	35.000	228	11,5	19,8	153,5	2017	Utiliza vía férrea existente
BARRANQUILLA - COLOMBIA	1.218.000	110.000	320	12	26,7	343,8	N/A	En perfil
CUIABÁ – BRASIL	590.000	120.000	590	22,2	26,6	203	N/A	Obra suspendida

NOMBRE	POBLACIÓN	DEMANDA (PAX/DIA)	INVERS. (M€)	LONG. (KM)	RATIO (M€/KM)	RATIO (PAX/DIA /M€)	INAUG. URAC.	OBSERV.
RIO – BRASIL (Línea 1 y 2)	6.320.000	80.000	362,7	28	13	220,6	2016	Impulsado por los J.J.O.O Río

Tabla N° 21: Cuadro comparativo de los tranvías en Sudamérica

El mercado tranviario moderno en Sudamérica se ha venido impulsando recientemente durante la última década y aún se encuentra en crecimiento. No obstante, a la fecha, existen proyectos importantes en la región, los mismos que se han recogido en la tabla anterior.

Para los tranvías en Sudamérica, se obtiene un ratio de costes medio de 25,2 M€/Km (20,9 sin el Tranvía de Medellín), que varía en un rango de 13 a 47 M€/Km. Cabe resaltar, que el Tranvía de Medellín presenta marcadamente el ratio más elevado, debido a que este conlleva expropiaciones, pendientes elevadas y actuaciones adicionales como la construcción de intercambiadores con el metro de la ciudad.

Luego, se observa un rango de 153,5 a 452,8 pax/día/M€ en el ratio socioeconómico, que se traduce en inversiones adecuadas, que se puede explicar por la alta demanda y poca oferta de infraestructura de transporte presente en países sudamericanos.

5.4.2.- Análisis de inversiones en el Tranvía de Huancayo

Examinando los datos presentados en el apartado anterior, se llega a la conclusión de que los siguientes tranvías son los que mejor se ajustan para estimar las inversiones del presente proyecto:

- Tranvías de Trambaix, Trambesós y Parla: debido a que presentan condiciones técnicas similares a las actuaciones contempladas.
- Tranvías de Cuenca y Santos: debido a que presentan grandes similitudes en las dimensiones de la ciudad y la ingeniería del proyecto. En esto último, **el Tranvía de Santos es el más representativo ya que utiliza una vía férrea existente** (elimina costes de expropiación) y cuenta con unidades tranviarias de igual capacidad como las planteadas para este proyecto.

Luego, con la finalidad de elevar la precisión de la estimación de inversiones, a continuación, se realiza un análisis desgregado de las inversiones de los proyectos antes listados:

Concepto	Trambaix	Trambesos	Parla	Santos	Cuenca
Inversión Total (M€)	230	205	129	228	185,5
Longitud (Km)	15,2	14,1	8,2	11,5	10,2
Coches	23	18	9	22	14
Obra civil (M€)	145	111,5	75	110	115,5
Sistemas (M€)	38	48,5	32	42	35
Material Rodante (M€)	47	45	22	76	35
Ratio obra civil (M€/Km)	9,5	7,9	9,2	9,6	11,3
Ratio sistemas (M€/Km)	2,5	3,4	3,9	3,7	3,4
Ratio MR (M€/und)	2,0	2,5	2,4	3,5	2,5

Tabla N° 22: Análisis desgregado de inversiones de tranvías referenciales

De este modo, utilizando los ratios referenciales de la tabla anterior y de forma conservadora se han establecido las siguientes inversiones para el Tranvía de Huancayo:

TRANVÍA DE HUANCAYO	
Longitud (Km)	6,5
Unidades tranviarias de 7 módulos	10
Ratio obra civil (M€/Km)	9,5
Ratio sistemas (M€/Km)	3,5
Ratio MM (M€/und)	3,5
Obra civil (M€)	61,75

TRANVÍA DE HUANCAYO	
Sistemas (M€)	22,75
Imprevistos en la construcción (M€)	8,5 (10%)
Material móvil inicial (M€)	35
Inversión inicial IVA no incluido (M€)	128
Ratio de costes, inversión inicial (M€/Km)	19,7
Demanda diaria al 2024	95.000

Tabla N° 23: Cuadro de inversiones necesarias utilizando ratios desagregados

Así, para el Tranvía de Huancayo se ha estimado una inversión total inicial de 128 M€. Cabe señalar, que las inversiones adicionales requeridas por el incremento de demanda, como la ampliación de la flota del material rodante estudiada previamente, serán financiadas por la administración concedente.

El ratio de costes obtenido es de 19,7 M€/Km, valor que se ajusta de forma apropiada a los valores antes estudiados. Este ratio es conservador teniendo en cuenta que se tiene un ahorro significativo por prescindir de las expropiaciones al contar con un emplazamiento ferroviario existente.

En conclusión, en el escenario esperado, **se estima de forma prudente una inversión inicial de 128 M€ \approx 489 MS¹⁴ IGV no incluido**, correspondientes a los estudios de ingeniería, la infraestructura y el material rodante (no incluye gastos financieros iniciales, gastos de establecimiento, etc.).

Los detalles tanto de las inversiones necesarias como adicionales se pueden observar en el apartado 7.3.4.2.- Inversiones.

14 Se ha utilizado un tipo de cambio promedio correspondiente a los últimos 6 meses (Jun-Nov 2017) de 3,81 soles peruanos por euro. Esto es prudente, ya que, el tipo de cambio promedio registrado en el período 1997 – 2017 fue de 3,72 soles por euro (Fuente: www.investing.com).

5.5.- Integración urbana del tranvía

Como se pudo observar en el apartado 3.2.- Situación actual y en las imágenes anteriores, tanto las vías como el entorno urbano circundante al emplazamiento del tranvía se encuentran en un estado deficiente.

Por lo que, la apuesta por el “Tranvía de Huancayo” se debe aprovechar como una oportunidad para realizar una serie de intervenciones en el entorno urbano que den un vuelco radical a la apariencia y la movilidad de la ciudad. Con tal finalidad se deberán ejecutar las siguientes actuaciones:

- Pavimentación y tratado paisajístico de zonas en fases de urbanización (tramo comprendido entre la estación Progreso y Ciudad Universitaria).
- Regeneración urbanística (incremento de las zonas verdes y recuperación de espacios) de las tramas urbanas consolidadas.
- Instalación de un mobiliario urbano moderno y sostenible.
- Reordenación del tráfico, priorización semafórica del tranvía.
- En cuanto a las paradas, se deberá garantizar el acceso a las personas de movilidad reducida. Para lo cual se deberán instalar bandas podotáctiles en el borde de los andenes y realizar una adecuada señalización de las zonas reservadas.
- Ampliación y acondicionamiento de las vías peatonales y ciclistas. Fomento de la intermodalidad mediante la instalación de racks para bicicletas en las estaciones del tranvía.

Para poder lograr un mejor entendimiento del resultado esperado con el presente proyecto, a continuación, se muestran las secciones correspondientes a la situación actual y a la que se espera obtener con la ejecución de este proyecto:

Gráfico N° 24: Sección transversal actual de la Av. Ferrocarril
 Fuente: Elaboración Propia en base al “Proyecto de Mejoramiento de la Av. Ferrocarril, Huancayo – Junín”

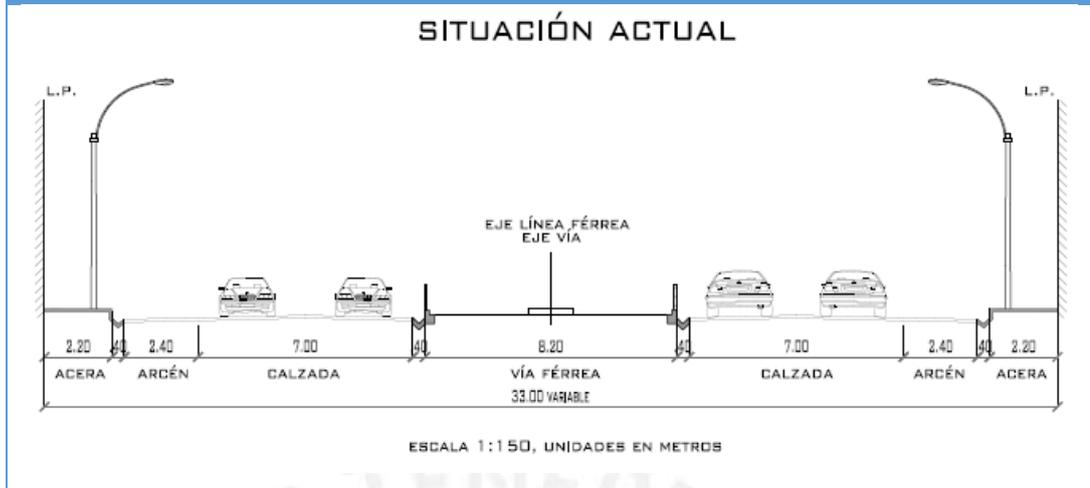
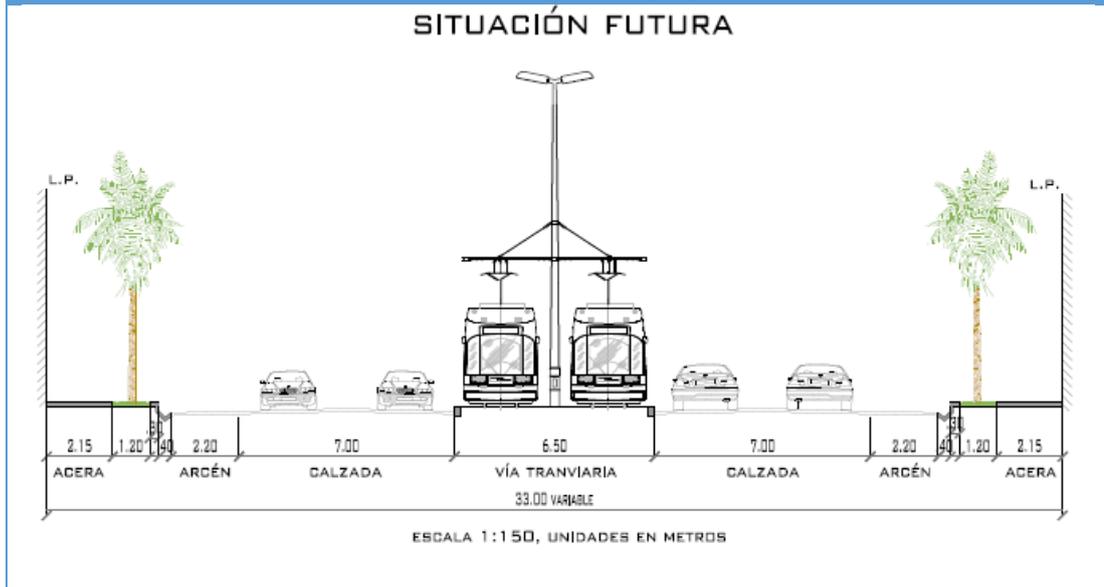


Gráfico N° 25: Sección transversal futura de la Av. Ferrocarril
 Fuente: Elaboración propia



Adicionalmente, a modo de ejemplo, se presentan fotografías del antes y después de la estación Barreiros del recientemente inaugurado Tranvía de Santos, proyecto que se realizó utilizando la vía férrea existente al igual que la presente propuesta:

Gráfico N° 26: Fotografía del estado previo – Estación Barreiros/Tranvía de Santos
Fuente: Googlestreetview



Gráfico N° 27: Fotografía del estado actual – Estación Barreiros/Tranvía de Santos
Fuente: Googlestreetview



5.6.- Beneficios socioeconómicos y medioambientales

Con la ejecución de este proyecto se esperan obtener los siguientes beneficios socioeconómicos y medioambientales:

- Reducción del tiempo de viaje entre los extremos de la línea (estaciones Ciudad Universitaria y Chilca) del 67%, estableciendo un tiempo de recorrido de 20 minutos.
- Reducción de los niveles de tráfico en el centro de la ciudad y mejora de las condiciones medioambientales de la ciudad al ofrecer uno de los medios de transporte más ecológicos. Específicamente, con el tranvía, se espera reducir el consumo energético del transporte urbano, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, mejorar la calidad del aire y reducir los niveles de ruido.
- Mejora de la calidad de vida de la población al ofrecerle un medio de transporte sostenible (cero emisiones), cómodo, versátil, moderno y 100% accesible (con piso bajo, que garantiza la accesibilidad a personas con movilidad reducida).
- Articulación progresiva de la metrópoli al ser dotada con infraestructuras ferroviarias de soporte y conexión.
- Dinamización de la economía local y creación de nuevas alternativas de comercio y turismo.
- Creación de empleos durante las fases de construcción y de explotación.
- Provee un sistema de transporte seguro y fiable, propio de los sistemas ferroviarios.
- Revaloración del transporte público y en consecuencia frenar el crecimiento del transporte privado.
- Situar a Huancayo como una ciudad modelo en Perú, al nivel de las principales urbes de Sudamérica y del mundo.
- Mejora notable de la calidad del entorno urbanístico.

5.7.- Tabla resumen de las características de la actuación

TRANVÍA DE HUANCAYO	
Inversión inicial estimada al 2024 (Millones de S/)	489 aproximadamente (IVA no incluido, correspondiente solo a la infraestructura y al material rodante)
Longitud total (km)	6,5
Paradas	10
Distancia aproximada entre paradas (m)	600
Demanda al 2024 (pax/día)	95.000
Frecuencias al 2024 (min)	Rango entre 5 y 30 minutos
Velocidad comercial (km/h)	20
Tiempo total de recorrido (min)	40
Horario de servicio	05:00 a 23:00 horas (18 horas de servicio)
Número de tranvías al 2024	10 (8 en servicio y 2 en reserva)
Longitud de tranvías al 2024 (m)	45,4 (Unidades de 7 módulos)
Capacidad de cada unidad al 2024 (pax)	423 (con un ratio de confort de 6 pax/m ²)
Vida útil (años)	30
Alimentación	Catenaria aérea
Expediciones diarias al 2024	182
Longitud anual recorrida al 2024 (km)	709.800
Necesidad de personal en la explotación	90 directos y 20 indirectos
Talleres y cocheras	1 (ubicado en la estación Chilca)
Inicio de obras	Enero 2022
Inicio de explotación	Enero 2024
Necesidad de personal en la construcción	Aprox. 250 directos y 600 indirectos

Tabla N° 24: Tabla resumen con las características principales de la actuación

VI. MARCO LEGAL

6.1.- Marco regulatorio de las APP en Perú

En el presente apartado se detallará la evolución histórica del marco regulatorio de las APP en Perú desde la apertura a la inversión privada en el gobierno de Fujimori hasta las condiciones consolidadas de la actualidad:

- Mediante Decreto Legislativo N° 674 de fecha 27 de septiembre de 1991, se declaró de interés nacional la Promoción de la Inversión Privada en las Empresas del Estado y se creó la Comisión de Promoción de la Inversión Privada (COPRI), como ente rector del proceso. Mediante Decreto Legislativo N° 758 de fecha 13 de noviembre de 1991, se dictaron normas para la promoción de las inversiones privadas en infraestructura de servicios públicos. Mediante Decreto Legislativo N° 839, de fecha 20 de agosto de 1996, se aprobó la Ley de Promoción de la Inversión Privada en Obras Públicas de Infraestructura y de Servicios Públicos, creándose, como organismo a cargo, la Comisión de Promoción de Concesiones Privadas (PROMCEPRI).
- Mediante Decreto Supremo N° 059-96-PCM de fecha 27 de diciembre de 1996, se aprobó el Texto Único Ordenado de las normas con rango de ley que regulan la entrega en concesión al sector privado de las obras públicas de infraestructura y de servicios públicos. Mediante Decreto Supremo N° 060-96-PCM de fecha 28 de diciembre de 1996, se aprobó el reglamento el Reglamento del Texto Único Ordenado de las normas con rango de ley que regulan la entrega en concesión al sector privado de las obras públicas de infraestructura y de servicios públicos
- Mediante Decreto Supremo N° 132-97-EF de fecha 27 de octubre de 1997, se aprueba el reglamento de los beneficios tributarios para la inversión privada en obras públicas de infraestructura y servicios

públicos. Mediante la Ley N° 26885 de fecha 04 de diciembre de 1997, se aprueba la ley de incentivos a las concesiones de obras de infraestructura y de servicios públicos.

- Por Decreto de Urgencia N° 054 – 2001 se faculta a COPRI a tomar a su cargo los procesos de promoción de inversión privada y de otorgamiento de concesiones de obras públicas de infraestructura y de servicios públicos, de competencia de las Municipalidades, Sociedades de Beneficencia y demás entidades del Estado, bajo los mecanismos, procedimientos y beneficios establecidos en el Decreto Legislativo N° 674 y el Decreto Supremo N° 059-96-PCM.
- Mediante Decreto Supremo N° 027-2002-PCM de fecha 25 de abril de 2002, se dispuso la fusión de la COPRI, la Comisión Nacional de Inversiones y Tecnologías Extranjeras (CONITE) y la Gerencia de Promoción Económica de la Comisión de Promoción del Perú, en la Dirección Ejecutiva de FOPRI, la cual pasó a denominarse Agencia de Promoción de la Inversión (PROINVERSIÓN).
- Mediante Decreto Legislativo N° 1012 de fecha 13 de mayo de 2008, se aprobó la Ley Marco de Asociaciones Público Privadas para la generación de empleo productivo, dicho dispositivo legal dicta normas para la agilización de los procesos de promoción de la inversión privada. Esta norma fue reglamentada mediante el Decreto Supremo N° 146-2008-EF de fecha 09 de diciembre de 2008. Esta norma se constituyó como la primera ley que regulaba de forma específica los requisitos, plazos y procedimientos para la utilización de las APP en todos los niveles de gobierno.
- Sin embargo, a pesar de que esta ley introduce el primer marco normativo de las APP en Perú, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) identificó oportunidades de mejora en las fases de planeación y estructuración de este tipo de proyectos. En este contexto, mediante Decreto Legislativo N° 1224 de fecha 25 de septiembre de 2015, se aprobó el Decreto

Legislativo del Marco de Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos. Asimismo, mediante Decreto Supremo N° 410-2015-EF de fecha 27 de diciembre de 2015, se aprobó el reglamento del Decreto Legislativo N° 1224. Luego, mediante el Decreto Legislativo N° 1251 de fecha de 30 de noviembre de 2016, se modificó el Decreto Legislativo N° 1224.

En definitiva, **el Decreto Legislativo N° 1224 (Ley de APP y Proyectos en Activos) y su respectivo reglamento**, tienen como objetivo establecer el orden, las condiciones, modalidades, plazos y procesos para la promoción de la inversión privada en el marco de desarrollo de APP y Proyectos en Activos¹⁵ en los distintos niveles de gobierno (nacional, regional y local).

6.2.- Funcionamiento de las APP en Perú

Con la finalidad de esclarecer el funcionamiento de las APP en Perú y por ende del presente proyecto, en el presente apartado se desarrollará una guía explicativa de las normas recogidas en la Ley de APP y Proyectos en Activos:

6.2.1.- Ámbito de aplicación

El marco normativo es aplicable a todas las entidades públicas pertenecientes al sector público no financiero que desarrollen proyectos de APP y Proyectos en Activos dentro del territorio nacional. Es decir, las entidades públicas del Gobierno Nacional, los Gobiernos Regionales y los Gobiernos Locales.

¹⁵ Los proyectos en activos constituyen una forma de promover la participación de la inversión privada sobre activos de titularidad pública. Estos se pueden presentar bajo las modalidades de disposición de activos (incluye la transferencia total o parcial o la permuta de bienes inmuebles) y contratos de cesión de uso (usualmente conocidos como arrendamientos operativos o financieros).

6.2.2.- Principios

Los principios que rigen el comportamiento de las administraciones públicas durante todo el proceso de desarrollo de las APP y Proyectos en activo son:

- **Competencia:** se busca que en todo momento que se genere la mayor competitividad posible, buscando la participación del mayor número de interesados posible y por ende el mejor valor por dinero (Value for Money). Asimismo, se promueve bajo este principio la igualdad de trato de todos los participantes, lo que supone que no se pueden conceder beneficios de participación o puntuación por razones ajenas al objetivo principal del proyecto.
- **Transparencia:** bajo este principio se establece que durante todo el proceso de desarrollo de la APP, las entidades públicas deben caracterizarse por un práctica política sincera y deben permitir que toda la información utilizada para la toma de decisiones sea de acceso y conocimiento público.
- **Enfoque de resultados:** este principio establece que las entidades públicas deben adoptar un papel activo y tomar las decisiones oportunas para permitir la ejecución de la inversión privada dentro de los plazos demandados.
- **Planeamiento y programación:** mediante este principio se promueve que el desarrollo de los proyectos APP y proyectos en activos se den bajo un esquema de planificación en el que exista una priorización ordenada acorde a las necesidades nacionales, regionales o locales, según corresponda.
- **Responsabilidad presupuestal:** este principio establece que las entidades públicas en sus distintos niveles deben velar en todo momento por la estabilidad presupuestaria de sus administraciones. Ya que, las APP, ya sea en la modalidad de autosostenible o cofinanciada, suponen compromisos de pagos

constantes o contingentes según sea el caso. Por lo que, las administraciones públicas deberán analizar en detenimiento si su capacidad de pago es compatible con las obligaciones de pago estipuladas en los contratos de APP.

Para los proyectos APP, la citada norma estableció los siguientes dos principios específicos:

- **Adecuada distribución de riesgos:** por medio de este principio se establece que se deberá realizar un análisis profundo de los riesgos inherentes a cada proyecto, identificándolos y cuantificándolos. Asimismo, establece que los riesgos deberán ser asignados al agente que los gestione de forma más eficiente.
- **Valor por dinero:** esta norma ha adoptado la definición de que el valor por dinero es un principio que busca que se asegure que durante toda la vida de un proyecto APP exista una adecuada combinación entre los costes del mismo y la calidad del servicio público ofrecido a los usuarios. Para lo cual señala que este principio se debe aplicar a todas las fases del desarrollo de la APP y no solamente a la etapa de selección de la modalidad de ejecución más eficiente como se indicaba en anteriores normativas.

6.2.3.- Marco Institucional para el desarrollo de las APP

El marco legal vigente establece la creación del Sistema Nacional de Promoción de la Inversión Privada (en adelante, Sistema), que constituye un sistema funcional conformado por principios, normas, procedimientos y lineamientos técnicos normativos para fomentar la inversión privada en el desarrollo de obras públicas y provisión de servicios públicos.

Además, este sistema dentro de sus integrantes cuenta con las siguientes entidades: el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), como ente regulador del sistema, el Gobierno Nacional (a través de sus

ministerios y otros organismos públicos), los Gobiernos Regionales, los Gobiernos Locales, los Organismos Promotores de la Inversión Privada (OPIP) y organismos supervisores. Asimismo, en la normativa se establece que estas entidades deberán interactuar entre sí bajo criterios de cooperación y buena fe. En la práctica esto supone que: las entidades públicas deberán ejercer sus funciones en armonía con sus normas de creación, consultar al ente rector ante cualquier duda en la aplicación de la normativa de APP y no emitir normativa que pueda contradecir o generar controversias con la política nacional de inversión privada en APP. A continuación, en la siguiente tabla se detallarán las principales características y funciones de los integrantes del Sistema:

Organismo	Características	Funciones
Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)	Es el ente rector y máxima autoridad técnico-normativa del Sistema. Ejerce su capacidad reguladora por medio de la Dirección General de Política de Promoción de la Inversión Privada (DGPIIP). Es importante señalar, que el MEF no se constituye como una instancia de toma de toma decisiones; sino, como un organismo diseñador y articulador de la política nacional de promoción de la inversión privada.	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar, proponer, coordinar y asegurar el cumplimiento de la política nacional para el desarrollo y promoción de las APP. • Dictar directivas, metodologías y lineamientos técnico-normativos para la aplicación de la normativa APP. • Administrar el Registro Nacional de Contratos de APP. • Emitir opinión de carácter vinculante sobre la interpretación de las normas del Sistema.
Organismos Promotores de la Inversión Privada (OPIP)	Según el marco normativo se reconocen dos OPIP según el tipo de proyecto y el nivel de gobierno: <ul style="list-style-type: none"> • PROINVERSIÓN: es una agencia especializada en la promoción de la inversión 	Las OPIP tienen como función principal la dirección de la promoción de la inversión privada. Por lo que, tienen a su cargo las fases de estructuración y transacción de las APP. No

Organismo	Características	Funciones
	<p>privada y ejerce la función de OPIP de forma obligatoria para proyectos de gobernanza nacional y multisectorial con un coste total superior a 15.000 UIT (Unidad Impositiva Tributaria = S/. 4.050,00 soles a febrero del 2017). Asimismo, tanto los ministerios, gobiernos regionales como locales tienen la capacidad de encargar el proceso de promoción a PROINVERSIÓN o solicitarle asistencia técnica en cualquier fase del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comités de inversiones (CI): según el nivel de gobierno al que correspondan: <ul style="list-style-type: none"> - Los CI ministeriales desempeñan la función de OPIP de los ministerios para los proyectos que no sean de competencia de PROINVERSIÓN. - Los CI de gobiernos regionales y locales, ejercen como OPIP para proyectos dentro de su competencia. 	<p>obstante, en el caso de que los ministerios, gobiernos regionales o locales decidan encargar los proyectos de su competencia a PROINVERSIÓN, este tendrá también participación en la fase de formulación (realización y/o contratación de los estudios necesarios, así como la elaboración del informe de evaluación).</p>
<p>Administración pública (gobierno nacional, gobiernos regionales y locales)</p>	<p>Las entidades públicas tienen participación en el Sistema bajo la condición de titulares de los proyectos de inversión.</p>	<p>Tienen a su cargo tres fases del proceso de desarrollo de las APP: fase de planeamiento - programación, fase de formulación y fase de ejecución contractual. Pueden tener las fases de estructuración y transacción, en caso de que sus comités de inversión ejerzan la función de OPIP.</p>

Organismo	Características	Funciones
Organismos supervisores	Son entidades que cuentan con autonomía administrativa, funcional, económica y financiera. Si el proyecto de inversión se encuentra en un sector regulado entonces la supervisión recae en los organismos reguladores (OSITRAN, OSINERGMIN, SUNASS y OSIPTEL); caso contrario, esta deberá recaer en una entidad pública competente que haya sido designada como tal en el contrato de APP.	Tienen como función principal el velar por el cumplimiento de lo estipulado en el contrato de APP suscrito entre el titular del proyecto y el inversor privado. Por lo que, deberán hacer un seguimiento continuo del mismo durante todas las fases del proyecto. Específicamente, en las fases de construcción y explotación deberán verificar que estos se realicen bajo las especificaciones técnicas y niveles de servicio estipulados en el contrato.

Tabla Nº 25: Tabla explicativa de las funciones y características de los integrantes del Sistema Nacional de Promoción de la Inversión Privada

6.2.4.- Las APP en Perú: características y clasificación

La Ley de APP y Proyectos en Activos (artículo 11) define las APP como “modalidades de participación de la inversión privada, en las que se incorpora experiencia, conocimientos, equipos, tecnología, y se distribuyen riesgos y recursos, preferentemente privados, con el objeto de crear, desarrollar, mejorar, operar o mantener infraestructura pública y/o proveer servicios públicos bajo los mecanismos contractuales permitidos por el marco legal vigente”. Asimismo, destaca las siguientes características:

- Son contratos de larga duración entre el Estado, a través de una entidad pública, y uno o más inversores privados.
- Buscan una apropiada distribución de riesgos entre las partes, en las que se asignan de acuerdo al que puede gestionarlos de forma más eficiente.

- Contemplan el principio del valor por dinero durante todas las fases del proyecto, ajustando de forma óptima los costes y la calidad del servicio público.
- Si bien las concesiones de obra pública constituyen la forma de APP más utilizada, existen otras modalidades como los servicios vinculados que requiera brindar el Estado (contratos de operación y mantenimiento, contratos de gestión, etc.), los proyectos de innovación tecnológica e investigación aplicada (en el marco normativo español conocido como “diálogo competitivo”) y proyectos que no contengan componente de inversión¹⁶.

Por otro lado, dado que el esquema contractual de APP conlleva una gran demanda de recursos humanos, logísticos y económicos para las administraciones públicas, se han establecido los siguientes límites de inversión, con la finalidad de optimizar sus recursos, para los proyectos que sean llevados a cabo bajo este modelo:

- Para los proyectos de competencia nacional, el coste total de las inversiones o coste total del proyecto (en caso de proyectos sin componente de inversión) deberá ser superior a 10.000 UIT.
- En el caso de gobiernos regionales y locales, el coste total de las inversiones o coste total del proyecto deberá ser superior a 7.000 UIT.

Según el marco regulatorio de APP en Perú, estos se pueden clasificar de acuerdo con el sector que dio su iniciativa y a la modalidad de su financiación, como se muestra a continuación:

¹⁶ Estos proyectos son caracterizados porque se ejecutan bajo un procedimiento simplificado; ya que debido a los pequeños importes de inversión que estos suponen o a que carecen de un componente de inversión en infraestructura, no requieren de un alto grado de complejidad y detalle, que el procedimiento normal sí exige.

Clasificación		Características
Según iniciativa	Iniciativa estatal	Son proyectos que han sido promovidos desde su planificación hasta su desarrollo por las administraciones públicas.
	Iniciativa privada	Son proyectos que el sector privado presenta ante el Estado para su aprobación y posterior desarrollo.
Según financiación (Diferenciación según el compromiso del uso de recursos públicos)	Autofinanciada	<ul style="list-style-type: none"> • Son proyectos con una alta rentabilidad económica; es decir, con capacidad suficiente de generar ingresos a través de las tarifas que pagan los usuarios, precios, peajes o cualquier otra modalidad similar de recuperación de inversión. • No requieren cofinanciación (es decir, el uso de los recursos públicos). • Tienen una demanda nula o mínima de garantía de financiamiento (como máximo el 5% del costo total del proyecto). • Las garantías no financieras deberán tener probabilidad nula o mínima de requerir cofinanciación (como máximo una probabilidad del 10% para los primeros cinco años de la vigencia de la cobertura de la garantía).
	Cofinanciada	<p>Son aquellos proyectos que suponen compromisos de pago utilizando los recursos públicos, total o parcialmente, de las administraciones públicas correspondientes. Estos pagos pueden tener distinta aplicabilidad y diferentes denominaciones, pero generalmente se pueden desglosar en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pago Anual por Obras (PAO): constituyen pagos anuales que la administración pública asegura al promotor privado para cubrir los costes de construcción, acondicionamiento o

Clasificación		Características
		rehabilitación, según sea el caso. <ul style="list-style-type: none"> • Pago Anual por Mantenimiento y Operación (PAMO): constituyen pagos anuales que la administración pública asegura al promotor privado para cubrir los costes de mantenimiento y operación durante la fase de explotación de la APP.

Tabla N° 26: Clasificación de las APP en Perú

6.2.5.- Fases de las APP en Perú

En el presente apartado se describirán las fases que son necesarias para llevar a cabo un proyecto de APP de iniciativa estatal, bien sea autofinanciada o cofinanciada, tanto a nivel de gobierno nacional, como gobiernos regionales y locales¹⁷.

Fase	Características	Documentación y procesos principales
Planeamiento y programación	Esta fase está a cargo de las administraciones públicas (ministerios, gobiernos regionales y locales o PROINVERSIÓN si se le encarga este proceso) en su condición de titulares de los activos. En esta fase se produce la identificación, selección y priorización de los potenciales proyectos APP a desarrollarse por cada administración pública.	Comprende la realización del Informe Multianual de Inversiones en APP, que contiene los proyectos que se esperan incorporar en el proceso de promoción de la inversión privada en los próximos 3 años. En este informe se detallan las necesidades que se pretenden satisfacer con estos proyectos; asimismo, se especifican los compromisos presupuestarios contraídos por la administración pública en APP, para evaluar así su

¹⁷ En el caso de los proyectos de APP de iniciativa privada, si bien tienen que cumplir con las mismas fases listadas, estas tienen un tratamiento especial dado su origen, que se especifica detalladamente en la norma citada.

Fase	Características	Documentación y procesos principales
		capacidad presupuestaria.
Formulación	Esta fase también está a cargo de las administraciones públicas. Asimismo, en esta se realizan todos los estudios necesarios para evaluar si un proyecto de inversión se puede desarrollar bajo un esquema de APP.	<p>En esta fase se realiza la elaboración del Informe de Evaluación que comprende lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de estudios técnicos de los proyectos recogidos en el Informe Multianual de Inversiones en APP. • Determinación de la modalidad de ejecución de estos proyectos para analizar si se pueden desarrollar bajo un esquema de APP. <p>Si el resultado de este informe es aprobatorio, el proyecto se encuentra en el proceso de promoción de la inversión privada.</p>
Estructuración	Esta fase está a cargo de la OPIP, que tiene como función el diseño y estructuración de la APP en base a la información proporcionada en el informe de evaluación y otros estudios específicos.	En esta fase se debe realizar el Plan de Promoción, que deberá contener la información básica del proyecto (incluyendo los objetivos perseguidos por el Estado para la inversión) y el proceso de promoción a seguir para despertar el interés del sector privado.
Transacción	Esta fase también se encuentra a cargo de la OPIP y en esta se desarrolla el proceso de apertura del proyecto al mercado.	<p>Esta fase comprende los siguientes procesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Convocatoria al sector privado • Publicación de la primera versión tanto de las bases de la licitación como del contrato de APP. • Evaluación de comentarios a las bases y al contrato por los licitadores. • Elección del mecanismo de licitación (licitación pública, concurso de proyectos integrales,

Fase	Características	Documentación y procesos principales
		etc.) • Obtención de opiniones previas por parte de las entidades públicas competentes a la versión final del contrato de APP. • Adjudicación del proyecto.
Ejecución contractual	Esta fase es la de más larga duración, ya que comprende toda la duración del contrato de APP, y tiene a cargo a las administraciones públicas titulares de los activos. En esta fase se ejecutan las obligaciones contractuales (diseño, financiamiento, construcción, operación y mantenimiento) del promotor privado. Del mismo modo, se ejecutan las obligaciones del sector público (compromisos de pago).	En esta fase la administración pública correspondiente está encargada de la administración y gestión del contrato de APP. En otras palabras, está encargada de realizar un seguimiento contractual continuo (que incluye gestionar las posibles modificaciones contractuales) hasta la extinción del contrato bien sea por cumplimiento u otras razones especificadas en el mismo.

Tabla N° 27: Fases del proceso de desarrollo de APP en Perú

6.3.- Marco normativo aplicable al proyecto

Tal y como se mencionó en el apartado 4.1.- Marco Regulatorio de las APP, los proyectos APP se encuentran regulados específicamente por medio de la “Ley de APP y Proyectos en Activos” (Decreto Legislativo N° 1224 y su modificatoria por el Decreto Legislativo N° 1251). Además, evidentemente, estos proyectos se encuentran regulados por el marco normativo general peruano, dentro de la cual destacamos la siguiente normativa:

- Constitución Política del Perú
- Ley N° 26887, Ley General de Sociedades

- Ley N° 27785, Ley Orgánica del Sistema Nacional de Control y de la Contraloría General de la República
- Ley N° 28059, Ley Marco de Promoción de la Inversión Descentralizada
- Ley N° 26917, Ley de Supervisión de la Inversión Privada en Infraestructura de Transporte de Uso Público y Promoción de los Servicios de Transporte Aéreo
- Decreto Legislativo N° 295, Código Civil
- Texto Único Ordenado de las normas con rango de ley que regulan la entrega en concesión al sector privado de las obras públicas de infraestructura y de servicios públicos, aprobado por el Decreto Supremo N° 059-96-PCM, publicado el 27.12.1996 y normas modificatorias (TUO de la Ley de Concesiones)
- Texto Único Ordenado de la Ley de Impuesto General a las Ventas e Impuesto Selectivo al Consumo, aprobado por el Decreto Supremo N° 055-99-EF
- Texto Único Ordenado de la Ley del Impuesto a la Renta, aprobado por el Decreto Supremo N° 179-2004-EF, publicado el 8-12-2004 y normas modificatorias
- Reglamento de los beneficios tributarios para la inversión privada en obras públicas de infraestructura y de servicios públicos, aprobado por el Decreto Supremo N° 132-97-EF, publicado el 27-10-1997
- Ley N° 28754 y su reglamento, que Elimina Sobrecostos en la Provisión de Obras Públicas de Infraestructura y de Servicios Públicos mediante Inversión Pública o Privada, publicada el 06-06-2006
- Ley N° 28563, Ley General del Sistema Nacional de Endeudamiento así como sus normas modificatorias, complementarias y reglamentarias. Así como, el Decreto Supremo N° 034-2012-EF, que aprueba el Texto Único Ordenado

de la Ley N° 28563

- Decreto Supremo N° 032-2005-MTC, Reglamento Nacional de Ferrocarriles
- Decreto Supremo N°044-2006-PCM, Reglamento General del Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público – OSITRAN
- Decreto Supremo N° 039-2010-MTC, Reglamento Nacional del Sistema Eléctrico de Transporte de Pasajeros en vías férreas que formen parte del Sistema Ferroviario Nacional



VII. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD FINANCIERA

7.1.- Sistema de financiación

Como se mencionó en el apartado 3.3.3.- Alternativas de ejecución, la modalidad de ejecución escogida para el presente proyecto es la “asociación público privada en forma concesional cofinanciada”. Ahora bien, aun teniendo en cuenta que parte de las inversiones necesarias serán financiadas por medio de recursos públicos, el importe remanente deberá ser financiado por el sector privado, compuesto por los recursos propios de los promotores y el endeudamiento contraído con el mercado financiero. No obstante, dadas las elevadas inversiones e importes riesgos que conllevan proyectos de infraestructura como el Tranvía de Huancayo, su viabilidad financiera requiere de un minucioso análisis de riesgos y una determinada estructura financiera que mitigue los riesgos para todos los agentes intervinientes.

En este sentido, se ha visto conveniente escoger al Project Finance como la metodología de financiación que se ajusta de forma más conveniente¹⁸ al presente proyecto. Así pues, con la finalidad de lograr un mejor entendimiento de esta técnica financiera, a continuación, se realiza una descripción de sus principales características, agentes intervinientes y fases necesarias para su desarrollo. Por último, se presentan las condiciones del Tranvía de Huancayo que permiten justificar brevemente la elección del Project Finance.

7.1.1.- Definición del Project Finance

El “Project Finance” (o la financiación de proyectos) se instituye como una técnica financiera ajustada a medida para viabilizar la realización

¹⁸ La elección de la estructura de financiación más adecuada se deberá realizar a través de estudios económico-financieros minuciosos; sin embargo, de forma preliminar y debido al alcance de este estudio se ha propuesto al Project Finance como el mecanismo más apropiado.

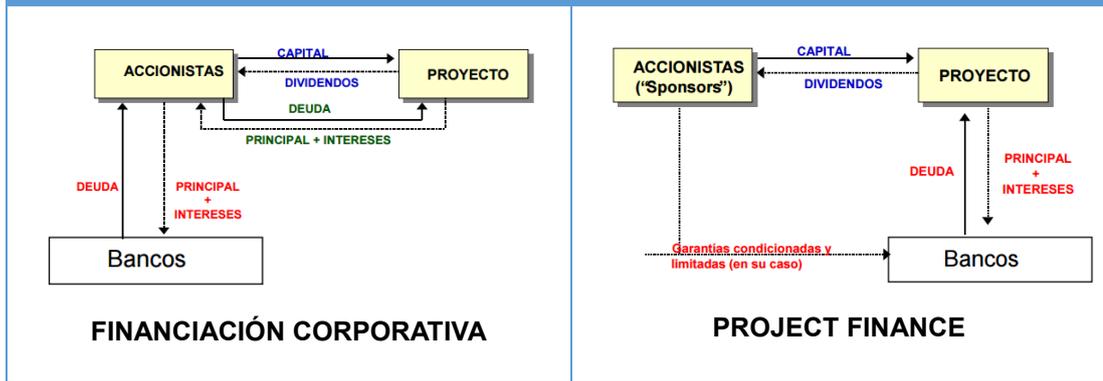
de proyectos, principalmente de infraestructura, que conlleven elevadas inversiones y en las que los promotores no pueden asumir la totalidad de los riesgos. Este se fundamenta en limitar en lo posible o incluso eliminar el acceso de los prestamistas a los activos de los promotores. Para lo cual, las principales garantías de la financiación son: la capacidad del proyecto para generar flujos de caja que permitan repagar la deuda con un determinado factor de seguridad y en segundo plano, los activos que componen el proyecto de inversión.

7.1.2.- Características del Project Finance

Dentro de sus características más relevantes encontramos:

- En cuanto a la estructura organizacional, se realiza la creación de una sociedad jurídica independiente de los promotores, denominada Sociedad de Propósito Específico (*Special Purpose Vehicle* en el mundo anglosajón). La SPV será la titular de los activos y tiene como finalidad exclusiva el desarrollo del proyecto para el cual fue creada.
- A diferencia de la financiación bancaria tradicional, *corporate finance* o financiación corporativa, es una operación *non-recourse*. En otras palabras, el financiamiento es garantizado de forma exclusiva por el proyecto, sin garantía o en todo caso con una garantía muy limitada por parte de los accionistas del proyecto (idealmente solo comprometen los recursos propios que inviertan, es decir, es una operación fuera de balance). De este modo, las únicas garantías del proyecto son los activos del mismo y primordialmente su capacidad de generar ingresos; es decir, la rentabilidad económica del proyecto. Por lo que, como es lógico, los estudios de evaluación crediticia están enfocados en estudios técnicos y económicos basados en los flujos de caja del proyecto y ya no en la salud financiera de los promotores como en el *corporate finance* (aunque sigue siendo un buen indicador para los prestamistas)

Gráfico Nº 28: Diferencias entre el Corporate Finance y el Project Finance

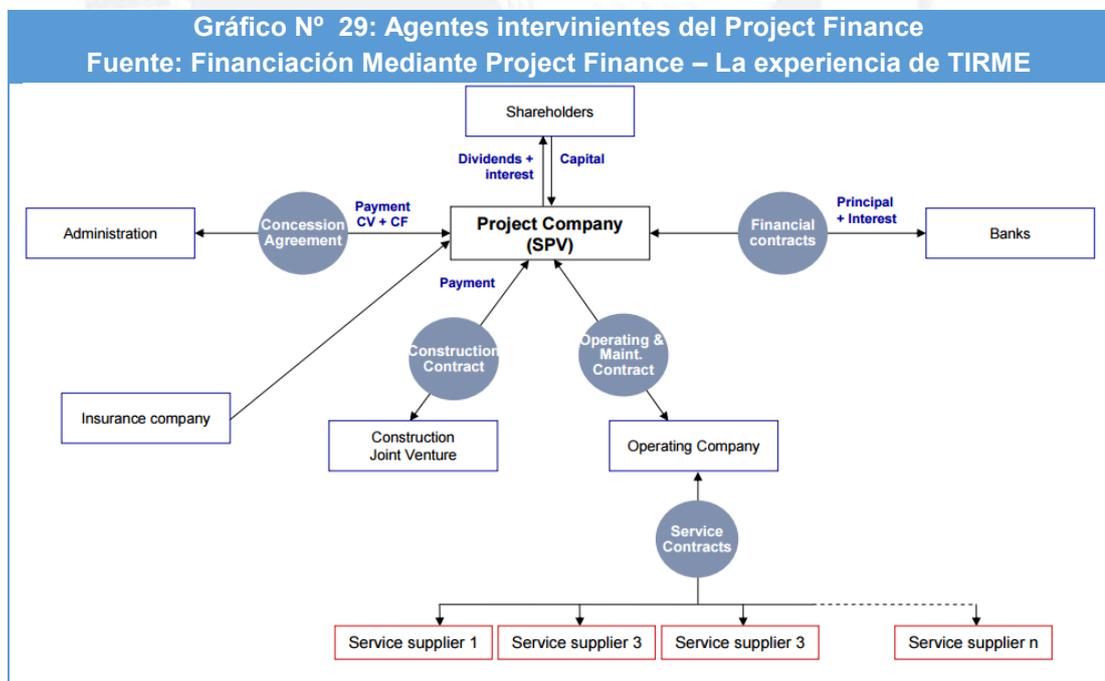


- En cuanto a la estructura de capital, tienen un grado de apalancamiento elevado, que varía de acuerdo con el tipo de proyecto, usualmente no son inferiores al 50 o 60 % de la inversión a realizar y pueden llegar a niveles de 90% cuando el entorno económico es favorable.
- Las estructuras financieras están diseñadas a medida de los proyectos; es decir, los términos de la deuda, como el plazo, amortizaciones, intereses, comisiones, tramos de deuda, etc., están diseñados en función de los flujos de caja a largo plazo. Por lo que, el diseño y la ejecución de los mismos son procesos largos, complejos y laboriosos, que se traducen en altos costos de transacción y de capital (debido a esto, requieren altos importes de inversión para ser viables).
- Los períodos de la deuda son elevados, de entre 10 y 20 años, en los que usualmente se establece un período de cola. Este consiste en que la deuda se estructura con un plazo inferior a la duración de la concesión, dejando así un margen de seguridad para el inversor financiero.
- El Project Finance, según la madurez de los activos, se puede aplicar a nuevos proyectos, cuya construcción aún no ha sido realizada, denominados *greenfield*. Asimismo, también a proyectos ya constituidos, que ya se encuentran en fase de explotación, denominados *brownfield*.

- Por último, los proyectos financiados mediante esta técnica conllevan elevadas inversiones iniciales durante la construcción y gastos de operación y mantenimiento relativamente pequeños durante la fase de explotación. Por lo que, la gran cantidad de recursos invertidos en los primeros años son compensados por los resultados del largo período de explotación.

7.1.3.- Agentes del Project Finance

Para la puesta en marcha de un *project finance* intervienen un gran número de agentes, que para el caso específico de un proyecto promovido por la administración pública y financiada con un préstamo sindicado, se listan los siguientes: la sociedad vehículo (SPV), la administración concedente, los accionistas o promotores, instituciones financieras (bancos), operadores, constructores, aseguradoras y usuarios finales. En la siguiente imagen se puede observar un ejemplo de los flujos financieros y las relaciones contractuales entre los agentes intervinientes en un *project finance*:



En este caso, la administración es el ente interesado en que el proyecto se lleve a cabo y es titular de los activos del proyecto. No obstante, este transfiere la titularidad de los mismos por el período de concesión a la sociedad vehículo para que este se encargue del desarrollo del proyecto, que puede conllevar su diseño, construcción, financiación y operación, según sea el caso. La sociedad vehículo obtiene fondos de financiación principalmente de dos agentes, por un lado los accionistas que proveen sus recursos propios y por otro lado los entes financieros, que según su percepción de riesgo, proveen un determinado nivel de apalancamiento. Luego, las compañías constructoras se encargan de llevar a cabo el proyecto físicamente y las operadoras de explotar estos activos. Asimismo, las aseguradoras tienen como función garantizar la fase de construcción y los activos en la explotación ante sucesos de riesgo. Finalmente, los usuarios son los que pagan una determinada tarifa por la utilización de los activos.

7.1.4.- Fases del Project Finance

La estructuración de un *project finance* es un proceso complejo y diligente debido a los elevados montos de inversión y los importantes riesgos que estos conllevan. Este proceso de estructuración se puede descomponer en las siguientes fases:



En la primera fase, los promotores dan conocer el proyecto a la comunidad financiera, para lo cual presentan sus principales características, bondades y estado situacional con la finalidad de incentivarlos a ser parte de la financiación de los mismos.

Luego, las entidades financieras interesadas presentarán sus ofertas no vinculantes de forma individual o en grupos de 2 o 3, de acuerdo a los volúmenes de inversión requeridos por el proyecto analizado. De este modo, tras una carta de intenciones entre la entidad financiera y

los promotores del proyecto se da paso al proceso denominado *Due Dilligence*. Esta fase se refiere a la investigación detallada del proyecto en sus diversos ámbitos para poder reducir los riesgos tanto a nivel de proyecto como a nivel financiero, este proceso abarca diversos aspectos como: el ámbito financiero y contable, la calidad de los promotores, aspectos tecnológicos y técnicos del proyecto, asuntos fiscales, laborales, legales, medioambientales y cualquier otro aspecto que pueda suponer un riesgo para la entidad financiera. Cabe señalar, que para el *project finance*, se presta una atención primordial a la capacidad de generación de flujos de caja debido a la naturaleza del mismo y dada la aversión al riesgo de la entidad financiera se determina un Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda (RCSD) mínimo y un Fondo de Reserva para el Servicio de la Deuda (FRSD) mínimo. Siendo, estas variables las que determinarán el endeudamiento máximo del proyecto.

Posteriormente, una vez finalizado el proceso de *Due Dilligence*, se deberán plasmar los acuerdos realizados por los promotores del proyecto y la entidad financiera en una serie de contratos (contratos de crédito, de garantía y de cobertura) que delimitarán los derechos y responsabilidades de ambas partes, cuyo desenlace es el denominado cierre financiero.

Finalmente, durante la etapa de construcción del proyecto, se realizarán las disposiciones del crédito proporcionado por la entidad financiera, para después realizar la devolución del mismo durante la etapa de explotación. En esta última etapa, usualmente denominada *back office*, los prestamistas realizan un seguimiento continuo de la devolución del préstamo y de las cuentas financieras auditadas de la SPV en base a una serie de ratios acordados. En caso de incumplimientos, en virtud de las denominadas cláusulas *step-in*, los prestamistas tienen la potestad de destituir a los promotores de la sociedad vehículo y nombrar a otros para salvaguardar sus intereses, según sea su criterio.

7.1.5.- Fuentes de obtención de recursos ajenos

Desde la perspectiva del origen de los recursos ajenos, el *project finance* utiliza diversos instrumentos financieros tanto tradicionales como novedosos.

En cuanto al instrumento tradicional más ampliamente utilizado, tenemos los préstamos sindicados de entidades de crédito del sistema bancario. Estas se caracterizan por que las entidades de crédito captan los recursos financieros de agentes superavitarios para poder invertirlos de forma óptima en términos de rentabilidad y riesgo.

Luego, se tienen instrumentos no tan comunes como la financiación mediante la emisión de bonos. Estos usualmente no se realizan hasta que los riesgos del proyecto sean considerablemente menores, es decir hasta después de la etapa de construcción. El esquema usual es utilizar un crédito puente a corto plazo y luego refinanciarlo con una emisión de bonos a largo plazo.

Adicionalmente, se tienen otros instrumentos como la titulización de activos, consistente en ceder los derechos de los flujo de caja futuros del proyecto a un fondo de titulización que emite bonos contra ese activo (Izquierdo y Vassallo, 2004). Asimismo, es importante resaltar el papel de la banca multilateral en este tipo de proyectos, principalmente en países emergentes, dado que brindan financiamiento directo a un bajo costo y además cumplen un rol garantizador que incentiva a las entidades financieras a cofinanciar los mismos. Dada la finalidad que persiguen estas instituciones, los proyectos que sean financiados deberán tener una demostrada eficiencia y viabilidad social.

Finalmente, dadas las condiciones inherentes a cada proyecto, la financiación de los mismos se puede dar por medio de estructuras híbridas según sus necesidades. Por ejemplo, en 2015, la española ACS realizó el cierre financiero de la Línea 2 del Metro de Lima mediante un préstamo sindicado de USD\$ 800 millones y una emisión de bonos por un importe de USD\$ 1.155 millones. Otro gran ejemplo

es la financiación del proyecto Vías Nuevas de Lima¹⁹, que se constituye como el más grande de infraestructura vial de la ciudad por un importe de S/. 2.070 millones, compuesto por un préstamo sindicado de S/. 560 millones y la emisión de bonos por S/. 1.459 millones en el año 2014.

7.1.6.- Justificación de la utilización del Project Finance

Como se comentó previamente, la elección de la estructura de financiación de un proyecto deberá conllevar un análisis minucioso y diligente. No obstante, se considera que el Tranvía de Huancayo se debe ejecutar bajo el esquema del *project finance*, debido a que posee las siguientes características:

- Como cualquier otro proyecto de infraestructura, conlleva elevadas inversiones e importantes riesgos.
- Puesto que el proyecto presenta una naturaleza de concesión cofinanciada, este asegura un cierto nivel de rentabilidad económica dada por el compromiso de pagos de la administración concedente. Es decir, el proyecto presenta un flujo de caja estable y predecible, como se verá en más detalle en el siguiente apartado.
- Existe un gran número de proyectos tranviarios alrededor del mundo que han sido desarrollados en el pasado; por lo que, existe un mercado muy desarrollado de promotores y contratistas con alta solvencia técnica y financiera.
- No se tienen riesgos de expropiación, ya que el emplazamiento del proyecto se encuentra en una vía férrea existente en desuso y de titularidad de la administración concedente.

¹⁹ Comprende el diseño, construcción, operación y mantenimiento de 115 km de vías de acceso a Lima, así como la construcción de intercambios viales y pasos a desnivel.

- La administración pública peruana cuenta con una situación económica y financiera saludable, que se ve reflejado en el rating BBB+ con perspectiva estable de Standard & Poors 2017.
- El sistema financiero peruano cuenta con experiencia en la financiación mediante el esquema de *project finance*²⁰.

7.2.- Modalidades de cofinanciación de la Administración

Tal y como se ha mencionado anteriormente y de acuerdo a los análisis financieros realizados (estos se verán en detalle en los siguientes apartados de este capítulo), se hace evidente la necesidad de que la administración concedente realice aportaciones al proyecto para garantizar la viabilidad económico-financiera del mismo. En este sentido, es necesario describir en profundidad la naturaleza y aplicabilidad de estas aportaciones. Por lo que, en las siguientes líneas se analizan las principales modalidades de cofinanciamiento utilizadas en Perú, así como sus principales características.

Los mecanismos de aportaciones en Perú varían de acuerdo al tipo de proyecto; sin embargo, estas se pueden clasificar a grandes rasgos según la etapa en la que estas se realicen. Por un lado, según sea la magnitud de las inversiones, la administración podrá cofinanciar parcialmente la construcción de las obras por medio del mecanismo de Pagos Anuales por Obras (PAO). Por otro lado, durante la fase de explotación, la administración contribuye a la operación y al mantenimiento de la infraestructura por medio del mecanismo de Pagos Anuales por Mantenimiento y Operación (PAMO). Las siglas utilizadas varían de acuerdo al tipo de proyecto, mas no los conceptos que estas representan. Por ejemplo, en el caso de las obras ferroviarias se utilizan

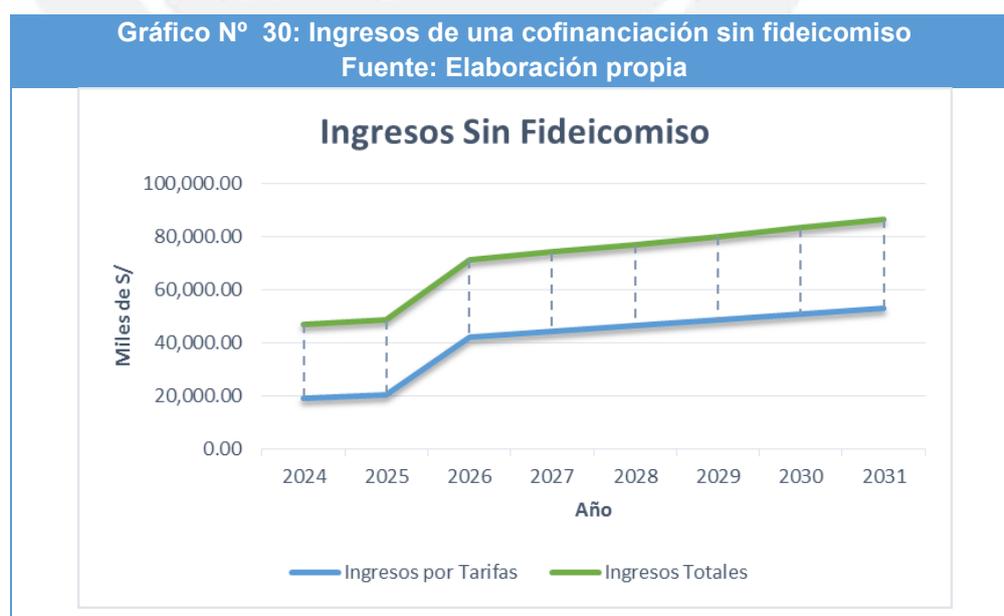
²⁰ Además de los proyectos listados en el apartado anterior, en el 2014, bajo el esquema de *project finance*, se cerró la financiación de la construcción del proyecto Puerto Bravo (central térmica con una potencia instalada de 720 MW) por un importe de USD\$ 311 millones. Asimismo, otro gran ejemplo de *project finance* es la financiación de la ampliación del Puerto de Matarani por un importe de USD\$ 280 millones.

las figuras específicas de Pago por Material Rodante (PPMR), Retribución por las Inversiones (RPI), Retribución por el Mantenimiento y Operación (RPMO) y el Pago por Kilómetro de Tren recorrido garantizado (PKT), etc.

Adicionalmente, en cuanto a materia de mitigación de riesgos, Perú ha desarrollado esquemas de cofinanciación que permiten reducir sustancialmente los riesgos de los promotores privados, cuando así el proyecto lo amerite. A continuación, se describirá la modalidad tradicional de cofinanciamiento, así como la modalidad en la que se utiliza el mecanismo legal del fideicomiso, desde el enfoque de un proyecto de infraestructura de transporte.

7.2.1.- Cofinanciamiento sin fideicomiso

El cofinanciamiento tradicional o sin fideicomiso es aquel en el que la administración realiza ciertos aportes para garantizar la viabilidad financiera del proyecto, pero es el concesionario o promotor privado el que asume los riesgos de demanda. Es decir, puede darse el caso que aún con los aportes garantizados de la administración, el proyecto deje de ser rentable dado que los niveles de demanda no satisfacen las previsiones del escenario base.



En el gráfico N° 30, a modo de ejemplo, se puede observar la proyección de los ingresos, compuestos por las tarifas y las aportaciones de la administración, durante los ocho primeros años de explotación del presente proyecto bajo el esquema de cofinanciación sin fideicomiso. Se puede ver que las aportaciones de la administración se corresponden con la diferencia entre los ingresos totales y los percibidos en concepto de tarifas.

7.2.2.- Cofinanciamiento con fideicomiso

El cofinanciamiento utilizando el mecanismo del fideicomiso tiene como finalidad transferir los riesgos de demanda a la administración y asegurar unas aportaciones al promotor privado, de tal manera que estos garantizan por si mismos la viabilidad financiera del proyecto.

Cabe señalar, que **en el presente proyecto se ha utilizado como escenario base el cofinanciamiento con fideicomiso**, la justificación de esta elección se detalla en el apartado 7.3.9.- Justificación del sistema de cofinanciación.

Luego, para lograr un mejor entendimiento de este mecanismo legal, en el presente apartado se detallan sus principales características y aspectos conceptuales, así como también, su aplicabilidad en las concesiones de obra pública.

7.2.2.1.- La figura legal del fideicomiso en Perú

El fideicomiso es un mecanismo legal utilizado tanto en el ámbito público como privado para garantizar el uso y el destino de ciertos recursos (activos fideicometidos) para la consecución de ciertos objetivos explícitos y definidos. En España este instrumento es conocido como cuentas *escrow* o propiamente con la denominación de fideicomiso, aunque su uso es poco extendido. La gran ventaja de este instrumento reside en su capacidad de aislar dichos recursos en un patrimonio autónomo e independiente (con calidad de inembargable), distinto del patrimonio de los aportantes y beneficiarios.

En Perú, el fideicomiso ha adoptado un cariz esencialmente financiero y de gestión, que ha llevado a que este se conciba como un contrato en el cual se realiza un acuerdo de voluntades con fines estrictamente económicos. Esto se ratifica con el hecho de que el fideicomiso ha sido reglamentado en la Ley N° 26702 - Ley General del Sistema Financiero y del Sistema de Seguros y Orgánica de la Superintendencia de Banca y Seguros – aprobada en el año 2006. Específicamente, el fideicomiso está debidamente supervisado por la Superintendencia de Banca y Seguros y regulado por el Reglamento de Fideicomisos y de las Empresas de Servicios Fiduciarios.

Aspectos conceptuales

Fideicomiso: según la Ley N° 26702 se define como la relación jurídica por la cual el fideicomitente (aportador) transfiere activos a otra persona, denominada fiduciario, con la finalidad de la constitución de un patrimonio autónomo, sujeto al dominio fiduciario de este último y afecto al cumplimiento de un fin específico a favor del fideicomitente o un tercero denominado fideicomisario (beneficiario).

Patrimonio fideicometido: es el patrimonio autónomo e independiente conformado por los activos transferidos (efectivo, bienes y/o derechos) en fideicomiso y los frutos que estos generen. Es autónomo en el sentido que el patrimonio es distinto al patrimonio de los participantes (fideicomitente, fiduciario o fideicomisario).

Fideicomitente: es el promotor del fideicomiso y titular original de los activos que se transfieren para formar un patrimonio de propósito exclusivo.

Fiduciario: es la institución financiera que se convierte en la titular de los activos transferidos para gestionarlos, bajo el dominio fiduciario establecido en el contrato del fideicomiso, con el fin de cumplir con el objetivo del mismo.

Fideicomisario: es el beneficiario o destinatario final del fideicomiso, que puede ser el propio fideicomitente o terceras personas.

Gráfico N° 31: Estructura del fideicomiso

Fuente: Elaboración propia



Tipos de fideicomiso

Fideicomiso en garantía: consiste en la transferencia de activos en fideicomiso con la finalidad de asegurar el cumplimiento de determinadas obligaciones por parte del fideicomitente o un tercero. En caso de incumplimiento, el fideicomisario en su calidad de acreedor podrá solicitar al fiduciario la ejecución o enajenación del patrimonio fideicometido.

Fideicomiso de titulización: consiste en el mecanismo legal utilizado en el mercado de valores para respaldar el proceso de titulización de activos. De modo que, el patrimonio fideicometido tiene la finalidad de servir de respaldo a los pagos de los derechos adquiridos por los titulares de los valores emitidos (fideicomisarios), que se han realizado a cargo de los activos de este patrimonio.

Fideicomiso testamentario: esta modalidad consiste en que el fideicomitente transfiere ciertos bienes al fiduciario con la finalidad de que este la transmita al fideicomisario al cumplirse un determinado plazo o condición.

Fideicomiso de administración de fondos: esta modalidad es la utilizada en las concesiones, consiste en la transferencia de fondos a un fiduciario para que este los administre y destine los mismos, incluyendo sus frutos, al cumplimiento de un determinado fin, según lo establecido por el fideicomitente.

7.2.2.2.- Aplicabilidad del fideicomiso en las concesiones

El fideicomiso en las concesiones de obra pública es utilizado como un instrumento de gestión de fondos que permite garantizar el adecuado cumplimiento de los compromisos de pago tanto de la administración como del concesionario, según sea el caso. En Perú, este mecanismo ha sido ampliamente utilizado en las concesiones ferroviarias. Además, lo más resaltante es que utilizando este mecanismo se transfieren los riesgos de demanda a la administración y por ende, los precios de las tarifas del proyecto son controlados por la administración. Esto es muy beneficioso para la administración, ya que, de este modo puede asegurar una tarifa social, según sus criterios, durante toda la vida del proyecto y poder ajustarla en el caso de que se quiera emprender un sistema integrado de transporte urbano.

Finalidad del fideicomiso

El fideicomiso en una concesión se constituye con la finalidad de administrar las obligaciones de pago del contrato suscrito. Siendo la principal fuente de recursos del fideicomiso, los ingresos por tarifas recaudados por el concesionario. Así, en caso de que estos ingresos no sean suficientes para cubrir los compromisos de pago, la administración concedente deberá realizar los aportes necesarios para cumplir con los mismos.

Fideicomitente

Es la administración concedente y será quien transfiera los recursos, compuestos por las tarifas recogidas por el concesionario y el monto remanente para garantizar los compromisos de pago al concesionario, en fideicomiso.

Fiduciario

Es la institución financiera escogida generalmente por el concesionario para la administración de fondos del fideicomiso de la concesión.

Fideicomisario

Es el concesionario o la administración, según corresponda. No obstante, principalmente lo constituye el concesionario, que tiene como beneficio el compromiso de pagos de la administración. La administración actuará como fideicomisario en caso de que existan recursos remanentes aún después de haber cumplido con los compromisos de pagos al concesionario.

Patrimonio del fideicomiso

Está constituido por los ingresos en concepto de tarifas, los compromisos de pagos de la administración y los intereses que se generen a través de ellas.

Desembolso de los pagos al fideicomisario

Como ya se ha mencionado previamente, el desembolso de los pagos al concesionario está asegurado por la administración. El cálculo periódico de los aportes efectivos a realizar por la administración se detalla en la siguiente fórmula:

$$AE_t = CP_t - \text{Recaudación}_t - \text{Otros ingresos}_t$$

Donde:

- AE_t:** Monto correspondiente a la aportación efectiva a realizar por la administración para el período “t”.
- CP_t:** Monto correspondiente a los compromisos de pago asegurados al concesionario para el período “t”.
- Recaudación_t:** Recaudación por tarifas en el período “t”.
- Otros ingresos_t:** Otros ingresos correspondientes a la administración para el período “t”, como por ejemplo, cierto porcentaje de los ingresos complementarios.

7.3.- Memoria descriptiva del modelo económico-financiero

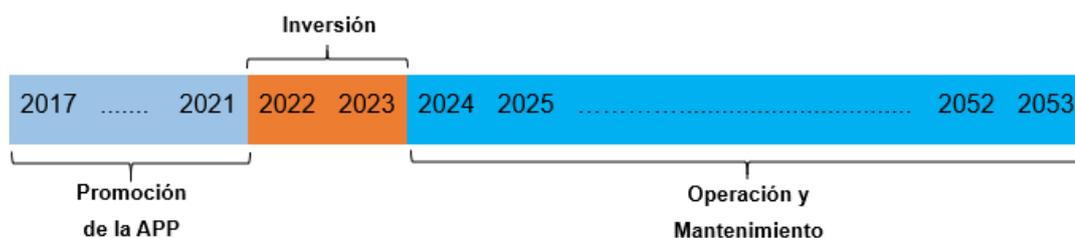
En el presente apartado se describirán todas las hipótesis, consideraciones y análisis tomados en cuenta para la elaboración de un modelo de *project finance* para el Tranvía de Huancayo.

Para lo cual, se prestará atención a los tres aspectos fundamentales de un *project finance*: los agentes intervinientes, el análisis de riesgos y los flujos de caja del proyecto. En este contexto, en primer lugar, se detallará el escenario base, consistente de un sistema cofinanciado con fideicomiso, y posteriormente se realizará un análisis de riesgos para evaluar la sensibilidad del modelo ante cambios de las variables intervinientes.

7.3.1.- Horizonte temporal del proyecto

En primer lugar, para la etapa de promoción de la APP se estima una duración de cuatro años (hasta finales del año 2021), que incluye las fases de planificación, formulación, estructuración y transacción.

En cuanto, al desarrollo del proyecto en sí mismo, se estima un horizonte temporal para el proyecto de 32 años para el escenario base. El mismo que está comprendido por la fase de inversión (construcción de la infraestructura y provisión del material rodante), que abarca los dos primeros años de ejecución del proyecto, desde inicios del año 2022 hasta finales del año 2023. Así como, por la fase de explotación, que se extiende por 30 años a partir del año 2024.



7.3.2.- Agentes intervinientes

Como hemos visto en el apartado 7.1.3.- Agentes del Project Finance, existe un gran número de agentes intervinientes según la etapa del proyecto. Sin embargo, la administración, los promotores privados y las entidades financieras se constituyen como los entes más trascendentales al momento de estructurar un *project finance*. Por lo que, a continuación, se realiza el detalle de cada uno de estos agentes para este proyecto:

Administración concedente

Es la titular de los activos que se cederán en concesión. Como se ha mencionado en el apartado 3.1.1.- Entorno, el emplazamiento del proyecto es de titularidad del Gobierno Central y ha sido cedido en concesión a la empresa Ferrovías Central Andina SA. No obstante, esta empresa no utiliza activamente estas instalaciones, ya que su giro económico principal es el transporte de mercancías y se encuentra ubicado en una locación distinta. Por lo que, se sugiere que el tramo férreo de 6,5 km correspondiente al presente proyecto se expropie por razones de interés público realizando las respectivas compensaciones al actual concesionario. Así pues, en este nuevo contexto, **se sugiere que la titularidad sea transferida a la Municipalidad Provincial de Huancayo** (en adelante, MPH); ya que, este proyecto beneficia directamente la movilidad de esta ciudad y este ente se convierte en el primer interesado en su ejecución.

Cabe señalar, que dadas las elevadas inversiones de este proyecto, los montos de cofinanciación necesarios para garantizar su viabilidad superan la capacidad de gasto de la MPH. Así que, es necesario que tanto el Gobierno Central como el Gobierno Regional realicen aportes conjuntos para cumplir con los compromisos de pago. Esto no es descabellado en lo absoluto si se toma en cuenta que los proyectos tranviarios realizados en Sudamérica han recibido aportes económicos de administraciones públicas superiores. Por ejemplo, en el caso de

Colombia (país que ha apostado férreamente por los sistemas de transporte sostenible), la Ley de Metros (N° 310 de 1996) estipula que el Gobierno Central podrá cofinanciar o participar con aportes de capital con un mínimo del 40% y un máximo del 70% sobre el servicio de la deuda de proyectos de transporte urbano masivo de pasajeros. Por otro lado, en el caso de Brasil, el Gobierno Central ha venido financiando este tipo de proyectos por intermedio del Programa de Aceleración del Crecimiento (PAC). Finalmente, en el caso de Ecuador, el Tranvía de Cuenca ha sido financiado en casi un 50% por el Gobierno Central.

Promotor privado

La selección del promotor privado se realizará por medio de un concurso público, preferentemente un concurso integral de proyectos. Es decir, en un esquema DFBOT (Diseño, Financiación, Construcción, Operación y Transferencia). La administración deberá garantizar la idoneidad del concesionario, verificando su capacidad técnica y financiera para emprender este proyecto. Usualmente se requiere un modelo de integración vertical, en la que el constructor, operador y proveedor de material rodante forman parte de la sociedad vehículo. Esto se realiza con la finalidad de maximizar la eficiencia y fortaleza económica de la sociedad vehículo, ya que, al pertenecer todos a una misma sociedad, los conflictos de intereses se reducen y mejora la integración entre la fase de construcción y explotación.

Entidades financieras

El mercado financiero peruano presenta condiciones saludables y cuenta con experiencia en la ejecución de *project finance*, como en el caso específico del proyecto de Vías Nuevas de Lima, compuesto por un préstamo sindicado de S/. 560 millones y la emisión de bonos por S/. 1.459 millones (2014). Por lo que, dado que las inversiones de este proyecto se sitúan por debajo de estos montos referenciales, se concluye que la liquidez del sistema financiero peruano permite un endeudamiento bajo el modelo del *project finance* en moneda local.

7.3.3.- Análisis de riesgos

En el presente apartado se analizan los distintos riesgos que pueden surgir a lo largo de las distintas etapas del proyecto, para que tomándolos en cuenta, se establezca un caso base sólido y estable ante posibles variaciones de las variables intervinientes (análisis de sensibilidad favorable).

Riesgo de tipo de cambio

Es el principal riesgo para este tipo de proyectos, ya que dados los grandes volúmenes de inversión que estos suponen, muchas veces la liquidez del mercado financiero local no puede satisfacer las necesidades de endeudamiento. En consecuencia, esto produce que la financiación se de en una moneda extranjera más fuerte, por ejemplo, el dólar.

Así, el riesgo de cambio se constituye en el hecho de tener que devolver la deuda en dólares y percibir los ingresos en soles. No obstante, como se ha comentado en el apartado anterior, en Perú ha habido proyectos con mayores volúmenes de inversión que el Tranvía de Huancayo que han sido financiados por medio de un préstamo sindicado en moneda local. Por lo que, para el presente proyecto **se ha visto conveniente que el apalancamiento del promotor privado se realice en moneda local**, eliminando así el riesgo de tipo de cambio.

Fase de ingeniería y construcción

El principal riesgo de esta etapa es el retraso en la finalización de la construcción, que se mitigará con una garantía de culminación (*completion guarantee*), de tal modo que los sobrecostos por la demora en la entrega de las obras serán asumidos por el promotor privado. Por otro lado, en relación a los sobrecostos de construcción, estos se mitigarán con un contrato llave en mano. Adicionalmente, para preparar el caso base ante estos riesgos, **se incorporará un margen del 10% correspondiente a imprevistos en la construcción.**

Fase de operación

En la fase de operación los principales riesgos están relacionados a los ingresos y egresos, es decir, el flujo de caja del proyecto.

En cuanto a los ingresos, como se ha mencionado al inicio de este apartado, la modalidad de cofinanciación escogida para el caso base de ese proyecto es utilizando el mecanismo del fideicomiso. De este modo, **se garantizan unos ingresos estables al concesionario independientemente del monto de los ingresos por tarifas del proyecto, transfiriendo así el riesgo de demanda a la administración.** No obstante, dado que los pagos de la administración se realizarán de forma trimestral, se ha estimado un fondo de maniobra de igual duración. Por otra parte, en relación a la inflación, se ha tomado en cuenta que los aportes de la administración son ajustados anualmente por una tasa de inflación promedio de los últimos 10 años.

En cuanto a los egresos, se ha estimado unos costes conservadores, que se corresponden con los valores referenciales de la experiencia en explotación tranviaria. El ratio de explotación estimado para el Tranvía de Huancayo se sitúa en los 7.5 €/veh-km, superior a los 7,3 € del Tranvía de Barcelona (fuente: compañía operadora).

Todas las medidas se realizan con la finalidad de dotar al proyecto de una mayor fortaleza en el análisis de sensibilidad.

7.3.4.- Construcción de los flujos de caja

El objetivo de este apartado es describir la construcción del flujo de caja realizado para el escenario base del proyecto, siendo esta parte fundamental para el análisis de rentabilidad del *project finance*. **Si se desea observar las tablas completas del modelo financiero, dirigirse al Anexo 4.- Modelo Financiero.**

Luego, los pasos a seguir para la construcción del flujo de caja son los siguientes:

- 1) Listar las principales hipótesis macroeconómicas

- 2) Estimar las inversiones requeridas por el proyecto
- 3) Estimar el flujo de caja operativo del proyecto (ingresos y costes)
- 4) Evaluar el sistema de amortización a utilizar
- 5) Construir el estado de resultados y el balance del proyecto
- 6) Construir el flujo de caja libre y del accionista

7.3.4.1.- Hipótesis macroeconómicas

Las variables macroeconómicas utilizadas en el escenario base del modelo económico-financiero son las siguientes:

- Una tasa de inflación anual, representada por el Índice de Precios al por Mayor²¹, del 2,67 %, obtenida como un promedio de los registros de los últimos 10 años del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). Esta tasa es utilizada para ajustar anualmente al alza tanto los pagos de la administración como los costes de operación y mantenimiento a partir del segundo año de explotación de la concesión.
- En cuanto al régimen tributario, actualmente el impuesto de sociedades o impuesto a la renta es de 29,5 %. Por su parte, el Impuesto al Valor Añadido (o Impuesto General a las Ventas en Perú) tiene un valor de 18%.
- Para la valoración de las inversiones, el tipo de cambio utilizado es de 3,81 soles por euro correspondiente a los últimos 6 meses (Jun-Nov 2017). Esto es prudente, ya que, el tipo de cambio promedio registrado en el período 1997 – 2017 fue de 3,72 soles por euro (Fuente: www.investing.com).

²¹ Índice referencial utilizado en otras concesiones como la Línea 1 del Metro de Lima.

7.3.4.2.- Inversiones

7.3.4.2.1.- Inversiones necesarias

Como se examinó en el apartado 5.4.- Análisis preliminar de las inversiones necesarias, se han realizado estimaciones a nivel de macro-conceptos utilizando ratios de proyectos tranviarios similares tanto en Sudamérica como en Europa, ya que, debido al alcance del presente estudio, aún no se cuenta con los condicionantes técnicos y constructivos del proyecto a nivel de detalle.

Los macro-conceptos utilizados se subdividen en obras civiles propiamente dichas, instalaciones de sistemas y material rodante. En cuanto a las obras civiles, en los 6,5 km de extensión del proyecto, estas comprenden los siguientes aspectos:

- Estudios de ingeniería y seguros
- Tratamiento urbanístico del entorno
- Infraestructura y superestructura de la vía
- Talleres de operación y cocheras
- Alimentación y subestaciones eléctricas

Por lo que se refiere a instalaciones de sistemas, se han tomado en cuenta:

- Sistemas de señalización y seguridad ferroviaria
- Sistemas de comunicaciones y control
- Sistemas de explotación (incluye sistema de billeteaje)

En cuanto al material rodante, se ha previsto la utilización de equipos de alta tecnología, confiables y de alta flexibilidad, utilizando modelos con 100% piso bajo. Estos estarán formados por composiciones de 7 módulos con una capacidad de 423 personas con un ratio de 6 pasajeros de pie por m². Asimismo, la flota al inicio de las operaciones se compondrá por 8 coches en servicio y dos en reserva con una vida útil de 30 años.

Por otro lado, adicionalmente a los costes de inversión detallados

previamente, se ha definido el componente de imprevistos en la construcción como un porcentaje de las inversiones en obras civiles y sistemas, con un valor del 10% para el escenario base.

En relación a otros gastos iniciales, se ha tomado en cuenta unos gastos de establecimiento del 1% de la inversión propiamente dicha. Asimismo, se tomaron en cuenta gastos financieros iniciales en concepto de comisión de apertura y estudio (1,50%), comisión de disponibilidad (0,75%) e intereses intercalares (pagos solo de intereses durante el período de construcción a una tasa anual del 7,5%). Cabe señalar, que los gastos iniciales antes mencionados son capitalizables a la inversión inicial. Por último, se ha utilizado un fondo de maniobra de tres meses.

En cuanto al tratamiento del IGV, cabe mencionar que en Perú se encuentra vigente la Ley N° 28754, Ley que elimina sobrecostos en la provisión de obras públicas de infraestructura y de servicios públicos mediante inversión pública o privada. Esta Ley se sitúa en el marco de las concesiones y dispone que se realice el reintegro del IGV que haya sido pagado por el ente ejecutor privado en concepto de las inversiones en la construcción de obras públicas en un plazo máximo de 45 días, siempre y cuando estas obras se realicen durante la etapa preoperativa de la concesión. Por lo que, se ha visto conveniente no tomar en cuenta el préstamo correspondiente al IGV, dado el corto plazo del mismo.

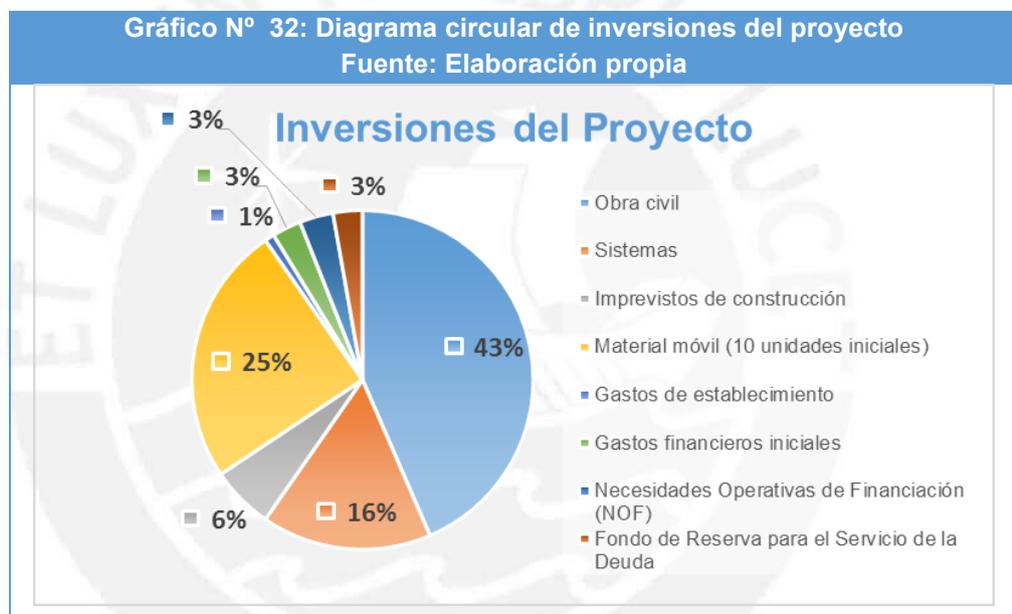
A partir del análisis realizado, se obtuvieron las siguientes estimaciones de inversiones:

Ratios de inversiones (sin IVA)	Total
<i>En miles de soles</i>	
Obra civil (mS/ / km)	36.200,00
Sistemas (mS/ / km)	13.400,00
Imprevistos de construcción	10%
Material rodante (mS/ / und)	13.400,00

Tabla N° 28: Ratios de inversión sin IVA

Estimación presupuestaria - Etapa de Inversiones Iniciales		
Concepto	Monto	% del total
<i>En miles de soles</i>		
Obra civil	235.300,00	44%
Sistemas	87.100,00	16%
Imprevistos de construcción	32.240,00	6%
Material móvil (10 unidades iniciales)	134.000,00	25%
INVERSIÓN EN ACTIVOS FIJOS SIN IGV	488.640,00	90%
Gastos de establecimiento	4.886,40	1%
Gastos financieros iniciales	14.901,37	3%
Necesidades Operativas de Financiación (NOF)	17.212,65	3%
Fondo de Reserva para el Servicio de la Deuda	14.998,68	3%
TOTAL INVERSIÓN INICIAL SIN IGV	540.639,10	100%

Tabla N° 29: Estimación presupuestaria de las inversiones necesarias



Estableciéndose el siguiente calendario de inversiones:

Desglose de las inversiones	2022	2023
Obra civil	60%	40%
Sistemas	20%	80%
Imprevistos de construcción	60%	40%
Material móvil	0%	100%
Gastos de establecimiento	60%	40%
Necesidades Operativas de Financiación (NOF)	0%	100%
Fondo de Reserva para el Servicio de la Deuda - FRSD	0%	100%

Tabla N° 30: Desglose de las inversiones necesarias

Periodificación de las inversiones	2022	2023
<i>En miles de soles</i>		
Obra civil	141.180,00	94.120,00
Sistemas	17.420,00	69.680,00
Imprevistos de construcción	19.344,00	12.896,00
Material móvil	0,00	134.000,00
Gastos de establecimiento	2.931,84	1.954,56
Gastos financieros iniciales	0,00	14.901,37
Necesidades Operativas de Financiación (NOF)	0,00	17.212,65
Fondo de Reserva para el Servicio de la Deuda	0,00	14.998,68
TOTAL INVERSIÓN	180.875,84	359.763,26

Tabla N° 31: Periodificación de las inversiones necesarias

7.3.4.2.2.- Inversiones adicionales

Como hemos visto en el apartado 5.3.2.3.- Análisis de la oferta requerida del tranvía, se estima que en el año 15 de la explotación se deba incrementar la frecuencia de paso, lo que supone una ampliación de la flota para mantener un nivel de servicio adecuado para los usuarios. En este contexto, para el presente proyecto se ha establecido que las inversiones adicionales promovidas tanto por el concesionario como por la administración concedente sean financiadas inicialmente por el concesionario. No obstante, estas serán pagadas de forma trimestral por la administración en un plazo de 10 años o de ser el caso, en el plazo restante de la concesión. Por lo cual, se ha visto conveniente no incluir el efecto de las inversiones adicionales al modelo financiero.

7.3.4.3.- Flujo de caja operativo

En el presente apartado se analizarán tanto los ingresos como los egresos, que constituirán el flujo de caja operativo del proyecto.

Cabe mencionar, que en relación al tratamiento del IGV en la fase de explotación, se tendrá un importe de IGV recibido (de los compromisos de pago de la administración) y un importe de IGV a pagar por los costes de explotación. Así, el monto remanente deberá ser pagado o cobrado por el organismo de recaudación tributaria. Por tanto, dado que para este caso el IGV funciona como una mera transferencia a la

administración, **en el presente proyecto se utilizarán todos los montos sin IGV.**

7.3.4.3.1.- Ingresos

Dado que, el sistema de cofinanciación escogido para el caso base es el que incorpora el mecanismo del fideicomiso, se tiene que los ingresos del concesionario son únicamente los compromisos de pago de la administración (excepto cierto porcentaje de los ingresos complementarios). Por lo que, el análisis de los ingresos por concepto de tarifas deben ser analizados en el flujo de caja de la administración y no del concesionario, así pues, estos se observan en detalle en el apartado 7.3.8.- Cofinanciación de la administración.

Cabe señalar, que los instrumentos de cofinanciación mencionados en este apartado se han recogido del contrato final de la Línea 1 del Metro de Lima.

En la fase de explotación, la administración concedente se compromete a realizar unos pagos a la administración a través del Pago por Kilómetro Tren Recorrido, garantizando un número determinado de kilómetros anuales.

El número inicial de los kilómetros garantizados se puede incrementar previa autorización del concedente, si así la evolución real de la demanda lo requiriese. No obstante, para el presente modelo se asume que este valor es constante durante toda la vida de la concesión, siendo esto conservador dado que partiéndose de un caso base rentable y que cualquier pago adicional incrementará esta rentabilidad. Además, los kilómetros garantizados serán efectivos siempre y cuando el concesionario opere cumpliendo con unos recorridos mínimos, de forma ininterrumpida y con unos niveles mínimos de servicio; estos requisitos deberán establecerse en la etapa de licitación del proyecto.

Precio por Kilómetro Tren (PKT)

El Precio por Kilómetro Tren, en adelante PKT, será uno de los factores

de competencia económica a utilizarse en la licitación del proyecto. Este concepto remunera las inversiones iniciales, los gastos de operación y mantenimiento en la fase de explotación, así como las utilidades y demás gastos incurridos (gastos financieros, gastos de supervisión, utilidades, gastos generales, etc.) por el concesionario.

Este valor será ajustado anualmente por el ente regulador por la inflación, según la siguiente fórmula:

$$PKT_t = PKT_{t-1} * \frac{IPM_{t-1}}{IPM_{t-2}}$$

Donde:

PKT_t: Precio Kilómetro Tren ajustado, en soles, vigente para el año “t”. No incluye IGV.

PKT_{t-1}: Precio Kilómetro Tren del año “t-1” en soles. No incluye IGV.

IPM_{t-1}: Índice de precios al por mayor del mes de diciembre del año “t-1” (INEI).

IPM_{t-2}: Índice de precios al por mayor del mes de diciembre del año “t-2” (INEI).

De forma conservadora, para el escenario base, el PKT será ajustado utilizando una tasa de variación constante de 2,67% correspondiente al promedio de variación anual del IPM registrado en los últimos 10 años (BCRP), que será aplicable a partir del segundo año de la explotación.

Precio por Kilómetro Adicional (PKTA)

Cuando la administración concedente disponga que el concesionario deba recorrer una cantidad adicional a los kilómetros garantizados, estos deberán ser remunerados con el PKTA, que también será un factor de competencia en la licitación. Asimismo, el concesionario también puede proponer incrementar la cantidad de kilómetros recorridos por medio de una debida justificación al administrador. Análogamente al PKT, este se ajustará anualmente por medio de la

misma fórmula.

Para la realización de este modelo, no se ha tomado en cuenta el pago en concepto a estos kilómetros adicionales. Ya que, como ya se mencionado, esto es conservador porque cualquier pago adicional incrementará la rentabilidad del proyecto.

Pago por Kilómetro Tren Recorrido

La administración aportará al concesionario el monto correspondiente al Pago por Kilómetro Tren Recorrido más IGV en correspondencia a la prestación del servicio público. Este pago se realizará mediante cuatro cuotas trimestrales durante un período de 30 años (período de explotación) y sus importes se determinarán por la siguiente fórmula:

$$PKG'_t = KG_t * PKT_t * FPT_t$$

Donde:

Pago KG_t : Pago efectivo correspondiente a los kilómetros recorridos durante el trimestre "t".

KG_t : Kilómetros garantizados en el trimestre "t", que se calcula como los kilómetros anuales garantizados divididos por 4.

FPT_t : Factor de penalización trimestral por calidad de servicio correspondiente al trimestre "t". La determinación de este valor se verá en detalle en el apartado 8.7.3.- Evaluaciones y penalidades.

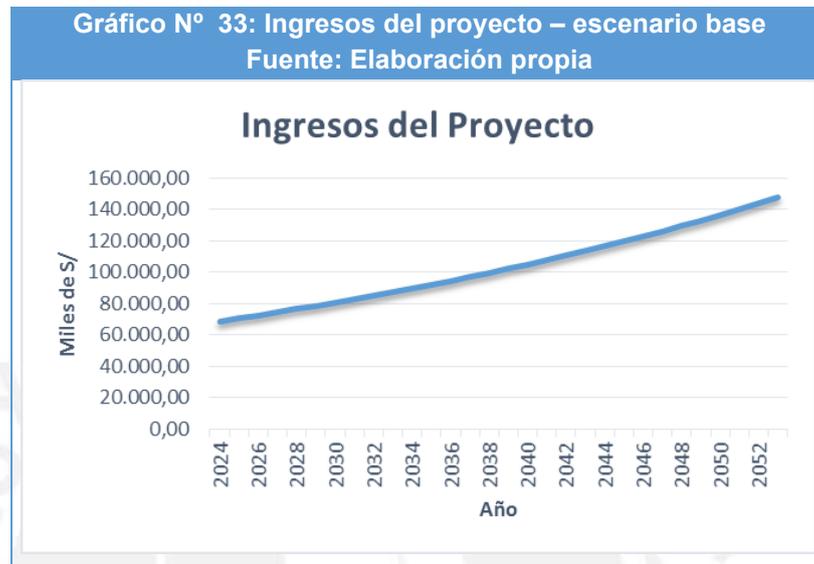
En el escenario base se ha estimado un factor de penalización igual a 1 durante toda la vida de la concesión; ya que, en estos casos, lo más usual es que el concesionario cumpla con todas las exigencias de la administración.

Finalmente, en el escenario base de este proyecto se han asumido los siguientes valores anuales para garantizar la viabilidad económico-financiera del proyecto:

Cofinanciación de la administración en la fase de explotación	Valores
Pagos anuales por Kilómetros Garantizados (mS/ / año)	68.850,60
Precio por Kilómetro de Tren sin IGV - PKT (S/ / km)	97,00
Kilómetros Anuales Garantizados al inicio de explotación - KG	709.800
Factor de penalidad media	1,00

Tabla N° 32: Valores de cofinanciación en la fase de explotación

La evolución de los ingresos se puede observar en la siguiente imagen:



7.3.4.3.2.- Costes de operación y mantenimiento (OPEX)

Al igual que los costes de inversión, los costes de operación y mantenimiento se han evaluado a nivel de volúmenes de inversión, utilizando macro-unidades de gasto. En las cuales se ha buscado en lo posible que se referencien a precios locales y cuando no ha sido posible se han utilizado referencias internacionales.

De este modo, los costes se han subdividido en gastos para la operación y gastos para el mantenimiento. En el primero, se toman en cuenta los costes por personal y costes por energía. En el segundo, los costes necesarios para el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema.

La evaluación global de estos costes se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$COM = (CPO + CE + CM) * (1 + GG)$$

Dónde,

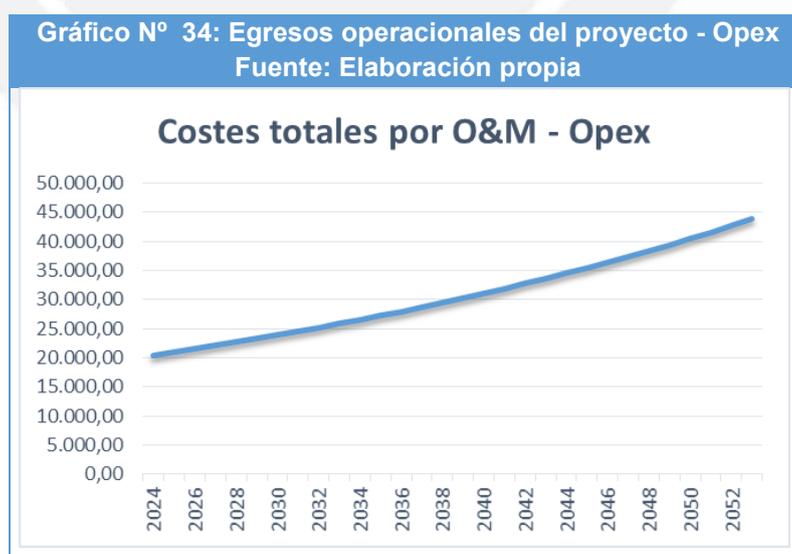
- COM:** Costes totales anuales por operación y mantenimiento.
- CE:** Costes anuales por energía.
- CM:** Costes anual de mantenimiento del sistema.
- GG:** Porcentaje por el concepto de otros gastos e imprevistos (seguridad, limpieza, comunicaciones, publicidad, seguros, vehículos, etc.).

En suma, los costes totales por operación y mantenimiento al año 2024, quedan detallados en la siguiente tabla:

Concepto	Monto
Costes totales por operación (S/ / año)	5.966.121,32
Costes totales por personal (S/ / año)	5.220.000,00
Costes totales por energía (S/ / año)	746.121,32
Costes totales por mantenimiento (S/ / año)	11.030.292,00
Subcostes por operación y mantenimiento (S/ / año)	16.996.413,32
Otros gastos e imprevistos - 20% (seguridad, limpieza, comunicaciones, publicidad, seguros, etc)	3.399.282,66
Costes totales por operación y mantenimiento (S/ / año)	20.395.695,98

Tabla N° 33: Costes totales por operación y mantenimiento del sistema al 2024

La evolución de los costes totales por operación y mantenimiento, utilizando una tasa de inflación del 2,67%, se puede observar en el siguiente gráfico:



Adicionalmente, el desglose de cada componente se describe en los siguientes apartados, detallando los factores y consideraciones utilizadas para su evaluación.

7.3.4.3.2.1.- Costes de operación

7.3.4.3.2.1.1.- Costes por personal

En cuanto al personal para la operación del sistema, se ha utilizado como punto de partida la plantilla propuesta para el Tranvía de Jaén, dadas las similitudes en las condiciones de explotación con el presente proyecto. Asimismo, en cuanto a los costes, se han utilizado referencias del mercado laboral local, obteniéndose el siguiente presupuesto base:

Departamento	GERENCIAS	Cantidad	S/ / mes	S/ / año
DIRECTORES	Director General	1	20.000,00	240.000,00
	Director Comercial y de Comunicaciones	1	10.000,00	120.000,00
	Asesoría Legal y en Gestión	1	80.000,00	960.000,00
	Secretaría General	1	5.000,00	60.000,00
	Director de Recursos Humanos	1	10.000,00	120.000,00
	Director de Operaciones y Mantenimiento	1	15.000,00	180.000,00
	Director de Abastecimiento y Logística	1	7.500,00	90.000,00
Secretaría General	Contrataciones	1	2.500,00	30.000,00
	Administración documental	2	2.500,00	60.000,00
Recursos Humanos	Gestión del Talento Humano	2	3.500,00	84.000,00
	Gestión de Tecnologías de la Información	1	3.500,00	42.000,00
Gerencia Financiera	Planeación Financiera	1	4.500,00	54.000,00
	Tesorería	1	4.500,00	54.000,00
	Gestión Contable	1	4.500,00	54.000,00
Gerencia de Operaciones y Mantenimiento	Responsable de Líneas y Estaciones	1	7.500,00	90.000,00
	Responsable de PCC	1	7.500,00	90.000,00
	Responsable Material Rodante y Equipos de Taller	1	7.500,00	90.000,00
	Responsable de Calidad y Control de Explotación	1	7.500,00	90.000,00
	Responsable de Sistemas en Vía e Informáticos	1	7.500,00	90.000,00
	Responsable de Infraestructura, Arquitectura y Obra Civil	1	7.500,00	90.000,00
	Operadores PCC (Puestos de control)	4	4.500,00	216.000,00
Dirección Comercial	Comunicaciones y Relaciones Públicas	1	3.500,00	42.000,00
	Atención al Cliente	1	3.500,00	42.000,00
Dirección de Abastecimiento y Logística	Responsable de Compras	1	4.500,00	54.000,00
	Responsable de Logística y Almacenes	1	4.500,00	54.000,00
Personal de campo	Conductores	24	5.000,00	1.440.000,00
	Inspectores	6	3.500,00	252.000,00
	Orientadores/responsables en estaciones	30	1.200,00	432.000,00
TOTAL COSTES POR PERSONAL (S/ / año)				5.220.000,00

Tabla N° 34: Costes de personal para la operación del sistema al 2024

7.3.4.3.2.1.2.- Costes por energía

Los costes por energía tomados en cuenta comprenden los necesarios para la alimentación por tracción del material rodante y el servicio de las estaciones, talleres y equipamientos.

De este modo, los costes por energía totales se evalúan mediante la siguiente fórmula:

$$CE = (CET) * (1 + CA)$$

Dónde,

CET: Costes de energía por tracción del material rodante.

CA: Porcentaje por concepto de costes adicionales (para el servicio energético de las estaciones, talleres y equipamientos).

Asimismo, en lo que se refiere a los costes por tracción, se ha utilizado la siguiente fórmula para su evaluación:

$$CET = KTRt * CuE * Cons$$

Dónde,

KTRt: Kilómetros tren recorridos anualmente, en nuestro caso constante, ya que no variamos las condiciones iniciales de explotación.

CuE: Coste unitario de energía eléctrica en dólares (S/ por Kwh), determinado según el coste promedio de la energía del mercado libre indicado en el reporte estadístico semestral del mercado eléctrico del primer semestre de 2016, publicado por Osinergmin.

Cons: Consumo de energía eléctrica del tranvía por KWh por kilómetro de tren recorrido.

Como resultado, se obtuvieron costes totales anuales por energía como se detalla en la siguiente tabla:

COSTES POR ENERGÍA	Cantidades
Kilómetros tren recorridos anuales (Km.tr)	709.800
Expediciones diarias	182
Longitud de ciclo (km)	13
Coste unitario de energía eléctrica (S/ / kWh)	0,194
Consumo eléctrico tranvía ²² (kWh/km)	4,52
Consumo anual de energía (GWh)	3,21
Coste anual por energía por tracción	621.767,76
Costes adicionales (estaciones, talleres y equipamientos - 20%)	124.353,55
TOTAL COSTES POR ENERGÍA (S/ / año)	746.121,32

Tabla N° 35: Costes energéticos anuales por operación del sistema al 2024

7.3.4.3.2.2.- Costes de mantenimiento

En cuanto a los costes de mantenimiento, tanto preventivos como correctivos, se han considerado los siguientes conceptos: mantenimiento del material rodante, mantenimiento industrial de las instalaciones y otros costes complementarios.

Además, el cálculo de estos costes se realiza por medio de la siguiente fórmula:

$$CM = KTRt * CuM$$

Dónde,

CuM: Representa el coste unitario por mantenimiento anual²³ en dólares por kilómetro de tren recorrido (S/ / km).

Así pues, se obtuvo el siguiente detalle de costes totales por mantenimiento:

COSTES POR MANTENIMIENTO	Cantidades
Kilómetros.tren recorridos (Km.tr)	709.800
Coste unitario de mantenimiento anual (S/ / km)	15,54
Costes totales por mantenimiento (S/ / año)	11.030.292,00

Tabla N° 36: Costes anuales por mantenimiento del sistema al 2024

²² Para evaluar este factor se ha utilizado el valor promedio proporcionado por el estudio Revisión Crítica de Datos Sobre Consumo de Energía y Emisiones de los Medios de Transporte Público (2010, p. 10).

²³ Como referencia, se utilizaron valores promedios obtenidos del Informe de Explotación del Tranvía de Zaragoza (2014).

7.3.4.4.- Amortización de los activos

Según el artículo 22 del Texto Único Ordenado de la Ley de Concesiones, se establece lo siguiente en materia de amortización de activos entregados en concesión por el Estado:

- El concesionario podrá depreciar anualmente los bienes entregados en concesión de acuerdo a su vida útil, no pudiéndose exceder una tasa anual del 20%.
- El concesionario, de ser el caso, podrá depreciar íntegramente estos bienes en el período restante antes del vencimiento del plazo de la concesión.

Así pues, para la amortización de los activos del proyecto (obras civiles, sistemas, imprevistos en la construcción, material rodante y gastos financieros iniciales) se ha considerado una depreciación total lineal durante los 30 años de la concesión. Por otro lado, en el caso de los gastos de establecimiento o gastos preoperativos, se ha establecido una amortización lineal en un plazo de 5 años, que está dentro del rango que impone la Ley del Impuesto a la Renta²⁴.

7.3.4.5.- Estado de resultados y balance

En primer lugar, el estado de resultados se elabora a partir de añadir al flujo de caja operativo, tanto la amortización-depreciación de los activos como los resultados financieros. Aunque todavía no se ha desarrollado el apartado de financiación, los resultados financieros corresponden a los resultados anuales de restar los ingresos financieros (ingresos por el interés pasivo del Fondo de Reserva del Servicio de la Deuda) y los gastos financieros (intereses correspondientes a la deuda contraída).

A continuación, se muestran los estados de resultados correspondientes a los primeros 5 años de operación del proyecto, las

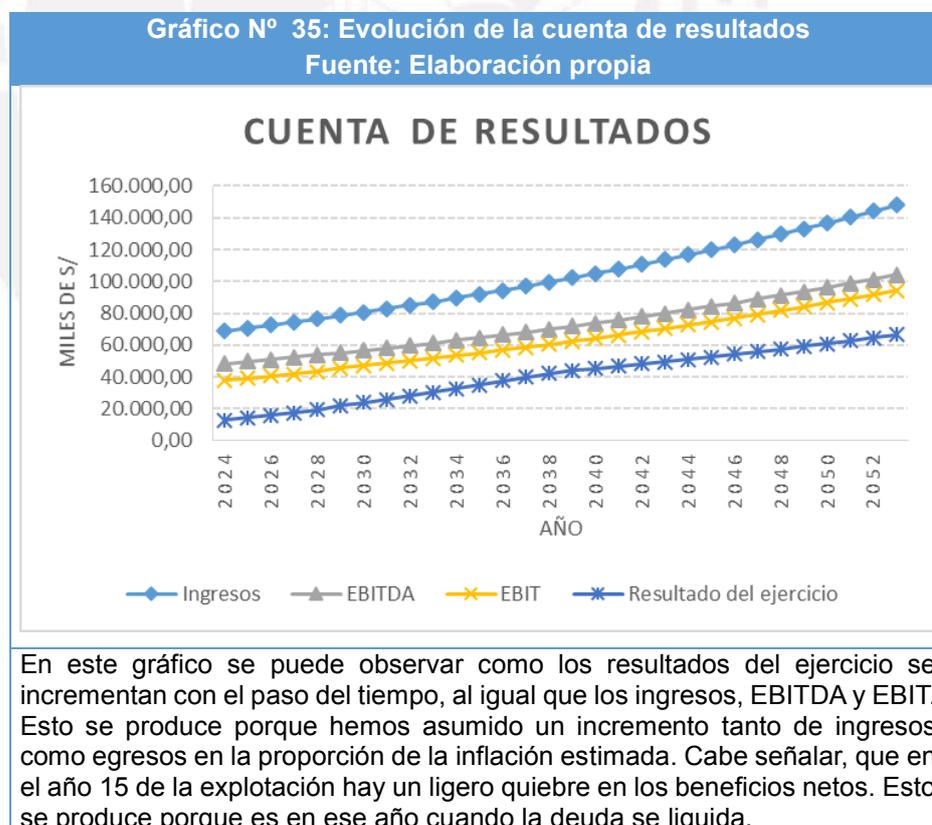
²⁴ La Ley del Impuesto a la Renta establece que la amortización de los gastos preoperativos debe realizarse en el primer ejercicio o en un plazo máximo de 10 años.

tablas completas se pueden encontrar en el Anexo 4.6.- Estado de resultados. Asimismo, se presenta un gráfico resumen con la evolución de los estados de resultados a lo largo de toda la concesión.

Año	2024	2025	2026	2027	2028
1. Ingresos	68.850,60	70.688,91	72.576,30	74.514,09	76.503,62
Tarifas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Subvenciones de la administración	68.850,60	70.688,91	72.576,30	74.514,09	76.503,62
2. Egresos	20.395,70	20.940,26	21.499,37	22.073,40	22.662,76
Gastos directos de personal de operación	5.220,00	5.359,37	5.502,47	5.649,39	5.800,22
Energía	746,12	766,04	786,50	807,50	829,06
Mantenimiento	11.030,29	11.324,80	11.627,17	11.937,62	12.256,35
Otros gastos e imprevistos	3.399,28	3.490,04	3.583,23	3.678,90	3.777,13
3. EBITDA (1 - 2)	48.454,90	49.748,65	51.076,94	52.440,69	53.840,86
4. Amortización	10.553,47	10.553,47	10.553,47	10.553,47	10.553,47
5. EBIT (3 - 4)	37.901,43	39.195,18	40.523,47	41.887,22	43.287,39
6. Resultado financiero	-19.697,04	-18.885,99	-17.984,09	-16.974,32	-15.757,74
Ingresos financieros del FRSD	568,82	552,69	627,41	603,21	579,02
Gastos financieros	20.265,86	19.438,68	18.611,50	17.577,53	16.336,76
7. Beneficios antes de impuestos (5 + 6)	18.204,40	20.309,19	22.539,38	24.912,91	27.529,65
8. Impuesto a la renta	5.370,30	5.991,21	6.649,12	7.349,31	8.121,25
9. Resultado del ejercicio (7 - 8)	12.834,10	14.317,98	15.890,26	17.563,60	19.408,40

Datos en miles de soles

Tabla N° 37: Estado de resultados período 2024 - 2028



En cuanto a los balances generales, estos se construyen a partir de conocer el estado de resultados, así como, la evolución de la inversión (incluyendo su amortización), del endeudamiento y de la necesidad de circulante (se ha establecido un fondo de maniobra de tres meses). Por un lado, como hemos comentado previamente, para el escenario base no se incluyen inversiones adicionales. Por otro lado, en cuanto a la evolución del endeudamiento este se tratará en detalle en el apartado 7.3.5.- Financiamiento.

A continuación, se muestran las proyecciones de los estados de resultados de los dos años de la fase de construcción y los dos primeros años del período de explotación:

BALANCE GENERAL	2022	2023	2024	2025
ACTIVO				
Cash (Excedente de caja)	0,00	0,00	0,00	0,00
NFO (Necesidades de financiación)	0,00	17.212,65	17.212,65	17.672,23
Fondo de Reserva para el Servicio de la Deuda (FRSD)	0,00	14.998,68	14.585,09	14.171,50
Activos Fijos	51.122,46	292.172,13	281.618,66	271.065,19
Inmovilizado (total obra)	48.190,62	287.285,73	287.285,73	287.285,73
Gastos de establecimiento	2.931,84	4.886,40	4.886,40	4.886,40
Amortización acumulada	0,00	0,00	10.553,47	21.106,94
Activos Netos (NFO + FRSD + Activos Fijos)	51.122,46	324.383,46	313.416,40	302.908,92
ACTIVOS TOTALES	51.122,46	324.383,46	313.416,40	302.908,92
PATRIMONIO NETO Y PASIVO				
Recursos Ajenos (Deuda)	0,00	243.287,59	233.556,09	223.824,59
Recursos Propios (Equity)	51.122,46	81.095,86	79.860,31	79.084,33
TOTAL PATRIMONIO NETO Y PASIVO	51.122,46	324.383,46	313.416,40	302.908,92

Tabla N° 38: Balances generales período 2022 – 2025

7.3.4.6.- Flujos de caja

Los flujos de caja se pueden evaluar bajo dos enfoques teóricamente equivalentes: el flujo de caja libre y el flujo de caja del accionista.

Por un lado, el flujo de caja libre es el flujo de dinero producido por los activos del proyecto sin considerar la forma en la que estos fueron financiados y antes de impuestos. En otras palabras, es el flujo de caja libre si el proyecto estuviera enteramente financiado por recursos propios y antes de impuestos.

Por otro lado, el flujo de caja del accionista es el flujo de dinero que el

accionista puede realmente percibir. Se obtiene después de haber realizado todos los pagos necesarios, incluidas las nuevas inversiones, los impuestos y el servicio de la deuda.

Para el presente proyecto, **se ha escogido utilizar el enfoque del flujo de caja del accionista**. Ya que, este enfoque es más simple de entender y menos susceptible a incorporar fallos en la etapa de análisis de rentabilidad.

Dicho lo anterior, a continuación, se detallan las fórmulas para obtener tanto el Cash Disponible para el Servicio de la Deuda (CDS), como el Flujo de Caja del Accionista (FCA):

$$\begin{aligned}
 \text{CDS} &= \text{Ingresos netos} \pm \text{Resultados extraordinarios} \\
 &\quad - \text{Gastos de explotación (sin amortización)} \\
 &\quad - \text{Impuesto a la Renta} - \text{Inversiones} \\
 &\quad \pm \text{Necesidades de circulante} \\
 &\quad - \text{Coste de líneas de financiación adicionales} \\
 &\quad + \text{Ingresos financieros del fondo de reserva}
 \end{aligned}$$

$$\text{FCA} = \text{CDS} - \text{Servicio de la Deuda (Amortización + intereses)}$$

Luego, en un *project finance*, con el objetivo de evaluar la fortaleza de los flujos de caja del proyecto para devolver el servicio de la deuda, se define el Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda (RCSD). Este ratio se calcula mediante la siguiente fórmula:

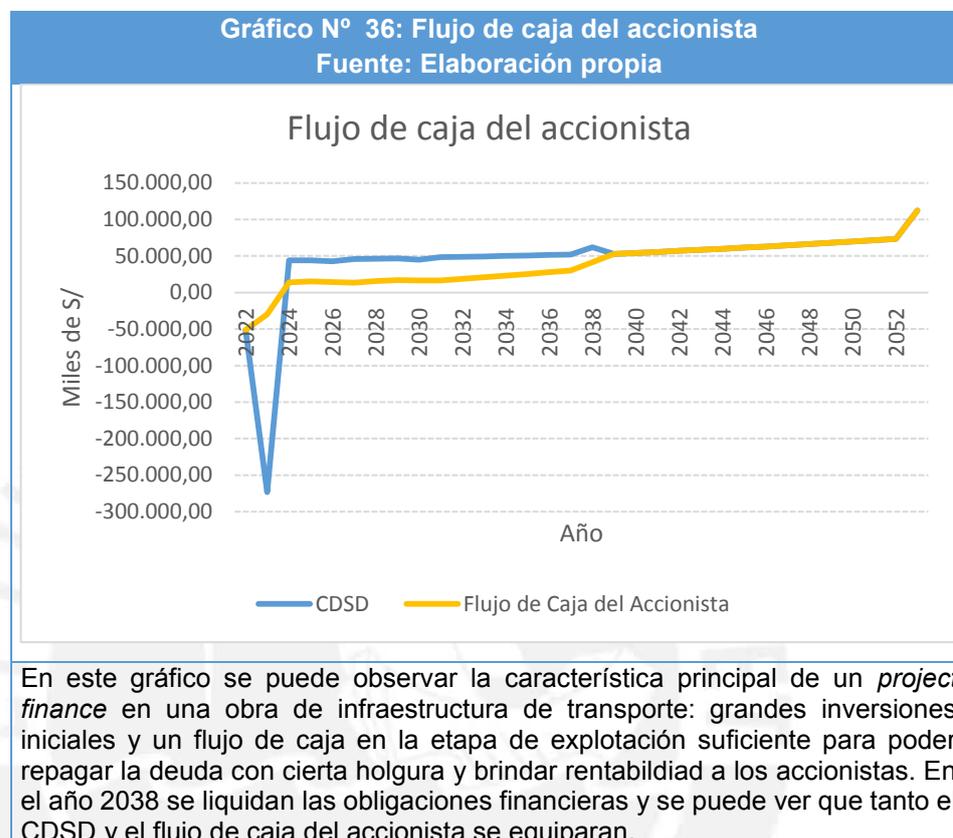
$$\text{RCSD} = \frac{\text{CDS}}{\text{Servicio de la Deuda}}$$

A modo de ejemplo, a continuación, se presentan tanto el CDS y el FCA para el período de construcción y los dos primeros años de explotación. Además, también se presenta un gráfico con la evolución del flujo de caja del accionista a lo largo de todo el proyecto.

Flujo de caja del accionista	2022	2023	2024	2025
EBIT (Ingresos - Gastos)	0,00	0,00	37.901,43	39.195,18
Variación de activos netos (Inversiones ± NOF)	-51.122,46	-273.261,00	10.967,06	10.507,48
Impuesto a la renta	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingresos financieros del FRSD	0,00	0,00	-5.370,30	-5.991,21

Flujo de caja del accionista	2022	2023	2024	2025
Cash Disponible para el Servicio de la Deuda	-51.122,46	-273.261,00	44.067,01	44.264,14
Servicio de la Deuda	0,00	-243.287,59	29.997,36	29.170,18
RCSD			1,47	1,52
FLUJO DE CAJA DEL ACCIONISTA	-51.122,46	-29.973,41	14.069,65	15.093,96

Tabla N° 39: Flujo de caja del accionista para el período 2022-2025



7.3.5.- Financiamiento

En el presente apartado se presenta el sistema de financiación diseñado para el escenario base. Para lo cual, se desarrollan los siguientes pasos:

- 1) Realizar una estimación del coste de la deuda
- 2) Enunciar las características de una oferta de financiación
- 3) Detallar la estructura de financiación obtenida
- 4) Realizar un análisis de idoneidad de la financiación

7.3.5.1.- Coste de la deuda

El coste de la deuda para un determinado proyecto y país puede determinarse mediante distintos enfoques, los mismos que se detallan a continuación:

Enfoque CAPM

La metodología del CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) es un procedimiento de valoración de activos que surgió en el ámbito de los mercados de valores. A grandes rasgos, este calcula el coste de capital a partir de incorporar una prima de riesgo a una determinada tasa libre de riesgo. Esta metodología se analizará en más detalle en el apartado 7.3.6.1.- Modelo de valoración de activos de capital - CAPM.

Es así que, el coste de la deuda se evalúa según la siguiente fórmula:

$$\text{Costo de la Deuda (KD)} = R_f + \beta_{\text{Deuda}} * (R_m - R_f) + R_{\text{país}}$$

Donde:

R _f :	Tasa libre de riesgo
β _{Deuda} :	Volatilidad de la deuda o riesgo de la deuda.
R _m :	Rentabilidad del mercado
R _{país} :	Prima por riesgo país

No obstante, si asumimos que β_{Deuda} = 0 (dadas las condiciones del proyecto, podemos asumir que la deuda no presenta ningún riesgo), entonces la fórmula se resume en:

$$\text{Costo de la Deuda (KD)} = R_f + R_{\text{país}}$$

A partir de esta última fórmula, existen ciertas variaciones entre los académicos e inversionistas en relación a los valores finalmente aplicados. Por ejemplo, la agencia estatal Proinversión²⁵ recomienda la

²⁵ Basan su recomendación en los siguientes autores: Estache y Pinglo (Are Returns to Private Infrastructure in Developing Countries Consistent with Risks since the Asian Crisis,

siguiente fórmula en el proceso de estructuración de un proyecto:

$$KD = R_f + R_{país} + 2\%$$

Luego, recomienda que estas variables sean calculadas de la siguiente manera:

- R_f , como el promedio aritmético de los rendimientos de los bonos a 10 años del Tesoro de los Estados Unidos correspondientes al período 1928 – 2016. (Fuente: Damodaran)

- $R_{país}$, como el promedio mensual de los EMBI+²⁶ del último año (Nov 2016 – Oct 2017). (Fuente: BCRP)

Cabe resaltar, que el coste de la deuda obtenida mediante esta fórmula está expresada en dólares americanos. Por lo que, para convertirla a soles peruanos, se utiliza la siguiente expresión:

$$KD = (R_f + R_{país} + 2\%) * \frac{1 + IPC}{1 + CPI}$$

Donde:

IPC: Inflación de Perú, medida como un promedio de las variaciones anuales de los últimos 10 años (Fuente: BCRP)

CPI: Inflación de Estados Unidos, medida como un promedio de las variaciones anuales de los últimos 10 años (Fuente: Federal Reserve Bank of St. Louis)

Por otro lado, en el contrato de concesión de la Línea 1 del Metro de Lima, se estableció un coste de endeudamiento máximo a tasa fija en

2004) y Sirtaine, Pinglo, Guash y Foster (How Profitable Are Infrastructure Concessions in Latin America. Trends and Policy Options N° 2, 2005)

²⁶ El EMBI+ (Emerging Markets Bonds Index o Indicador de Bonos de Mercados Emergentes) es un indicador que mide la diferencia entre el rendimiento de los bonos en dólares de países emergentes y el rendimiento de los bonos estadounidenses.

soles, utilizando la siguiente fórmula:

$$KD_{\text{máx}} = R_f + 2,5\%$$

Donde, R_f está definido como el rendimiento del bono soberano peruano en soles a un plazo similar al endeudamiento a contraer por el concesionario. Para este caso, se ha utilizado el rendimiento del bono soberano peruano a 15 años, a fecha de diciembre del 2017 (Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas).

Así pues, al evaluar ambas perspectivas, se obtienen los siguientes costes de deuda:

Enfoque Proinversión	
Tasa libre de riesgo (R_f)	5,18%
Riesgo país (R_p)	1,50%
spread estructuración	2,00%
Coste de deuda en dólares	8,68%
Coste de deuda en soles	8,80%

Tabla N° 40: Coste de la deuda – enfoque Proinversión

Enfoque Línea 1 Metro de Lima	
Tasa libre de riesgo (R_f)	6,00%
spread riesgo privado y estructuración	2,50%
Coste de deuda en soles	8,50%

Tabla N° 41: Coste de la deuda – enfoque Línea 1 Metro de Lima

Enfoque BCRP

El Banco Central de Reserva del Perú, a través del informe Radiografía del Costo de Crédito en el Perú (Marylin Choy et al., 2015), evalúa las tasas de interés activas mediante el enfoque del coste de los recursos, utilizando la siguiente fórmula:

$$TA = TP + GO + RC + M$$

Donde:

TA: Tasa de interés activa, entendida como el precio que se paga por el uso de los recursos prestados

- TP: Tasa de interés pasiva, entendida como el precio que se paga por los depósitos, adeudados y valores en circulación
- GO: Los gastos operativos comprenden los costes de: captación de recursos, operatividad y mantenimiento de la institución financiera y administración del riesgo de crédito
- RC: El riesgo de crédito se considera como las provisiones por posibles incumplimientos de pago
- M: Margen de ganancias esperado

Así, a continuación, se muestran los resultados²⁷ promedio de costes de deuda para empresas corporativas y grandes empresas del estudio antes citado. Así mismo, se presenta una estimación propia razonable para el coste de la deuda para este proyecto.

Enfoque BCRP	Empresas corporativas	Grandes empresas	Estimación propia proyecto
Tasa de interés pasiva (coste financiero)	1,70%	1,70%	1,70%
Gastos operativos	1,80%	2,50%	3,50%
Riesgo de crédito	0,60%	0,70%	1,50%
Margen de ganancias	1,80%	2,40%	1,80%
Coste de deuda	5,90%	7,30%	8,50%

Tabla N° 42: Coste de la deuda – enfoque BCRP

Otros enfoques

Existen algunos valores referenciales que son importantes de tomar en cuenta.

Por un lado, en relación al historial crediticio en Perú, se tiene que la tasa de interés activa promedio para préstamos y descuentos

²⁷ Estos resultados corresponden a valores promedio en moneda nacional al primer semestre del 2014.

comerciales con un plazo superior a 360 días correspondiente el último año (agosto 2016 – agosto 2017) es de **8,20%** (Fuente: BCRP)

Por otro lado, al equiparar las metodologías equivalentes, tanto del Coste de Capital Medio Ponderado (WACC) como del CAPM, obtenemos la siguiente igualdad:

$$KD * (1 - t) = R_f + \beta_{Deuda} * (R_m - R_f)$$

Por tanto, para que la $\beta_{Deuda} = 0$, se deberá cumplir que el coste de la deuda antes de impuestos sea igual a:

$$KD = \frac{R_f}{1 - t}$$

Así pues, utilizando una tasa libre de riesgo igual al rendimiento de los bonos soberanos peruanos a 15 años en moneda local del 6% y un tipo impositivo del 29,5%, se obtiene un coste de la deuda igual a **8,51%**.

Conclusión

Habiendo analizado distintos enfoques para la evaluación del coste de la deuda, **se concluye que es conservador utilizar un valor de 8,50% para el escenario base.**

7.3.5.2.- Características de la deuda

Las características de la deuda que son presentadas en este apartado constituyen condiciones y requerimientos habituales para este tipo de proyectos; por lo que, son las que han sido utilizadas, de forma conservadora, para realizar una estimación del coste financiero y del calendario de amortización del endeudamiento para el escenario base.

No obstante, las condiciones finales de financiación se establecerán en el proceso de *due diligence* bajo una negociación coordinada entre los promotores privados y las entidades financieras.

7.3.5.2.1.- Condiciones de la financiación

Operación	Préstamo sindicado
------------------	--------------------

Acreditada	Sociedad vehículo del proyecto
Importe	Hasta 243.287.593 soles
Finalidad	Construcción y explotación del Tranvía de Huancayo
Plazo	16 años desde la firma del contrato, incluyendo un período de disposición de un año (01 enero al 31 de diciembre del 2023)
Período de carencia	12 meses de carencia desde la fecha de firma del contrato
Amortización	Mediante 60 cuotas trimestrales y consecutivas de capital variable (según el calendario de amortización propuesto), haciéndose efectiva la primera de ellas en el mes 15, a partir de la firma del contrato
Intereses	
Tipo de interés	Se estima un interés tipo fijo a una tasa nominal anual de 8,50% .
Pago de intereses	Los intereses devengarán día a día, calculándose bajo un año base de 360 días y con un período de liquidación trimestral coincidente a las amortizaciones del principal.
Amortización anticipada	Se permitirá realizarla al final de cada período de liquidación. En el caso de que esta se efectúe con los fondos generados por el proyecto, aportaciones de capital y/o deuda subordinada de los accionistas, no tendrá coste alguno. De no ser así, se impondrá una comisión del 1% del monto de la amortización anticipada.
Fondos propios	El capital aportado por los promotores privados será de al menos 81.095.864 soles, que de forma conjunta con las aportaciones futuras deberá suponer al menos el 25% de la inversión efectiva del proyecto, que comprende la inversión total (incluyendo gastos financieros iniciales, fondo de reserva para el servicio de la deuda, fondo de maniobra y otros gastos activables) sin tomar en cuenta la cofinanciación de la administración para las obras.

Tabla N° 43: Condiciones de la financiación de la deuda

7.3.5.2.2.- Garantías y coberturas especiales de la operación

Garantía tecnológica	La entidad financiera requerirá un adecuado soporte técnico del proyecto referente al diseño y la ingeniería del mismo.
Construcción	Durante el período de construcción hay riesgos como los sobrecostos, demoras en la construcción y abandono del proyecto que serán mitigadas a través de una garantía de terminación (<i>completion guarantee</i>), que será factible mediante un aval bancario en favor del sindicato bancario.
Seguros	La entidad financiera exige la contratación de los seguros habituales necesarios (seguros de construcción, seguros de los bienes de la concesión, etc.) para proyectos de infraestructura.
Ratio de Cobertura	Se exige un Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda (RCSD) mínimo de 1,40 durante todo el proyecto y un RCSD promedio de al menos 1,60.
Fondo de Reserva (FRSD)	Se establecerá un fondo de reserva del servicio de la deuda, que en todo momento deberá tener unos fondos suficientes para poder cubrir la mitad de la anualidad siguiente del servicio de la deuda (amortización + intereses)
Limitación de dividendos	Los dividendos sólo podrán ser repartidos si se cumplen las siguientes condiciones: - RCSD anual mínimo de 1,40 - FRSD completamente dotado - Cumplir con todas las obligaciones contractuales

Tabla N° 44: Garantías y coberturas de la deuda

7.3.5.3.- Estructura de financiación

La aportación de cada uno de los principales agentes intervinientes del proyecto queda definida por la estructura de financiación. Por un lado, según la modalidad de concesión establecida para el presente proyecto, la administración deberá cofinanciar parte de las inversiones. El resto de las inversiones necesarias serán financiadas por los fondos propios de los promotores y por deuda contraída con las entidades financieras.

Para el diseño de la estructura financiera se han tomado en cuenta los siguientes condicionantes: porcentaje mínimo de recursos propios, plazos de la deuda y un RCSD mín.

Para lo cual, como ya se había comentado, se estableció como requisito una aportación de fondos propios mínima de un 25% de la inversión efectiva del proyecto (sin tomar en cuenta las aportaciones de la administración).

En cuanto a los plazos, se analizaron dos factores: la capacidad de pago del proyecto para la devolución de la deuda y los costes financieros del mismo. Así pues, se seleccionó un plazo de deuda de 15 años, siendo este un valor razonable para el mercado financiero peruano y conservador, tomando en cuenta que tenemos una cola de proyecto de 15 años.

En cuanto al RCSD, según la práctica habitual en el *project finance*, se realizó la modelización financiera a través de estimar un endeudamiento máximo permitido. Esto se realizó estableciendo un RCSD igual a 1 en un escenario pesimista del modelo económico, así, el cash disponible para el servicio de la deuda obtenido bajo este escenario durante todos los años de la concesión se constituye como el máximo servicio de la deuda que el proyecto puede soportar. En otras palabras, el endeudamiento máximo queda definido como el flujo de caja generado por el proyecto que sea capaz de al menos devolver el servicio de la deuda en un escenario pesimista.

Así pues, la estructura de financiación determinada para el escenario base se muestra en las siguientes tablas:

Periodificación de disposiciones de capital		
Agentes	2022	2023
<i>En miles de soles</i>		
Administración	60%	40%
Fondos Propios	63%	37%
Recursos ajenos obtenidos	0%	100%

Tabla N° 45: Periodificación de disposiciones de capital

Estructura financiera				
Agentes	2022	2023	TOTAL	%Aportes
<i>En miles de soles</i>				
Administración	129.753,38	86.502,26	216.255,64	40%
Fondos Propios	51.122,46	29.973,41	81.095,86	15%
Recursos ajenos obtenidos	0,00	243.287,59	243.287,59	45%
TOTAL	180.875,84	359.763,26	540.639,10	100%

Tabla N° 46: Estructura financiera del Tranvía de Huancayo

Además, a continuación, se muestra el desglose de los gastos financieros iniciales:

Gastos financieros iniciales		
Concepto	2022	2023
<i>En miles de soles</i>		
Comisión de apertura	0,00	3.649,31
Comisión de disponibilidad	0,00	912,33
Intereses intercalares	0,00	10.339,72
Total	0,00	14.901,37

Tabla N° 47: Gastos financieros iniciales de la deuda

Cabe señalar, que el íntegro de las aportaciones de la administración para las inversiones son destinadas para las obras civiles del proyecto. Además, que si se toma en cuenta solo la inversión efectiva del proyecto, la estructura financiera queda representada por un 25% (15% / 60%) de recursos propios y un 75% de deuda (45% / 60%), cumpliendo así con las condiciones de financiación requeridas.

Por último, como se ha mencionado las cuotas de la deuda son trimestrales, no obstante, el análisis realizado es anual. Por lo que, para simular conservadoramente el efecto trimestral de intereses, se ha visto conveniente utilizar como saldo vivo de la deuda de cada año el promedio de los saldos vivos al iniciar y finalizar el año.

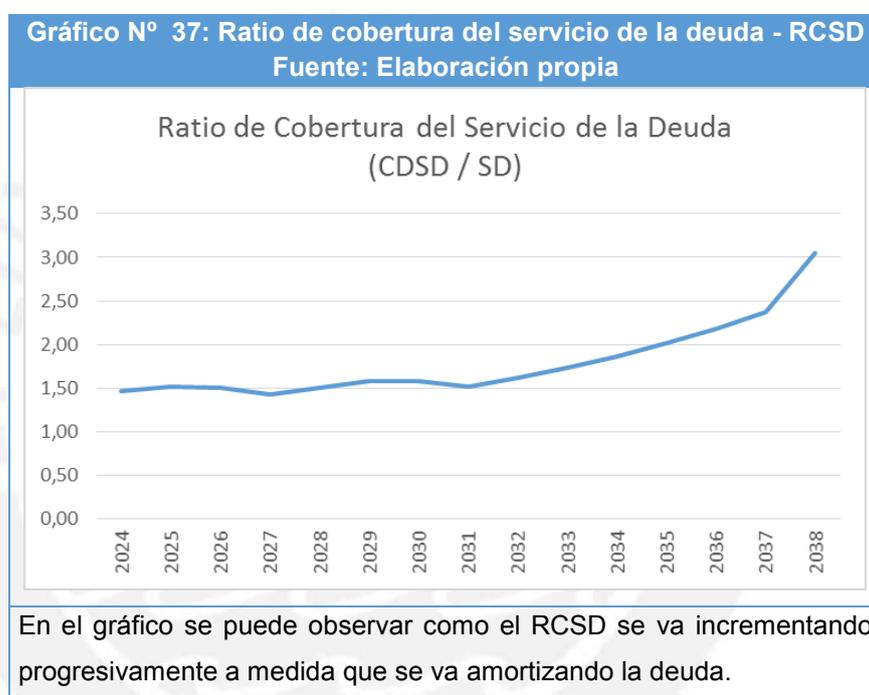
7.3.5.4.- Análisis de la financiación

Como ya habíamos comentado previamente, se considera que el mercado financiero peruano presenta la liquidez, experiencia y apetito al riesgo suficiente para poder emprender el financiamiento de un proyecto de infraestructura bajo el esquema del *project finance*.

En cuanto al RCSD, se tiene como requisitos un valor mínimo de 1,40

durante todo el proyecto y un valor promedio de al menos 1,60. Estos valores son bastante razonables si tomamos en cuenta que el proyecto presenta un riesgo muy bajo en el flujo de caja. Ya que, como se ha comentado, la administración garantiza los ingresos de la concesión por medio de pagos trimestrales.

En definitiva, según la estructuración financiera planteada para el escenario base, se tiene un RCSD mínimo de 1,42 y un RCSD promedio de 1,79. A continuación, se presenta un gráfico con la evolución de este indicador a lo largo del proyecto:



7.3.6.- Análisis de rentabilidad

7.3.6.1.- Modelo de valoración de activos de capital - CAPM

En el ámbito de la evaluación de inversiones, la cuantificación del retorno requerido por los inversores es fundamental para asegurar la viabilidad de un proyecto. Este concepto engloba muchos aspectos, ya que las expectativas de los inversores son diferentes y varían frecuentemente en función de sus condiciones económicas, del entorno y de su apetito al riesgo, lo que hace en consecuencia que su estimación sea complicada y subjetiva.

Es así que, con la necesidad de brindar un enfoque objetivo en la estimación del coste o retorno requerido de capital de una determinada inversión, surge el modelo CAPM (*Capital Asset Pricing Model*). Este modelo fue presentado en el año 1964 por William Sharpe (*Journal of Finance*) en el contexto de la optimización de carteras de inversión en el mercado de valores.

A continuación, se presentan las principales hipótesis de este modelo:

- Los activos en la economía son cuantificables
- Los activos en la economía son perfectamente divisibles
- Existe liquidez en la negociación de los activos
- No existen costes de transacción
- La tasa libre de riesgo para inversiones y préstamos es la misma
- No existen asimetrías de información entre los inversionistas
- Los inversionistas tienen las mismas expectativas sobre los retornos futuros de los activos

Aunque estos supuestos no se cumplan en la realidad y el modelo CAPM es muchas veces criticado, este es ampliamente aceptado y utilizado tanto por académicos como por inversores por su simpleza y lógica. Cabe resaltar, que el modelo CAPM evalúa el retorno esperado del capital. Este no se debe confundir con los retornos históricos (basado en datos pasados) o el retorno requerido de un activo (retorno mínimo necesario exigido por un inversor).

Este modelo plantea que la rentabilidad esperada de los activos en los mercados de valores debe estar compuesta por una tasa libre de riesgo y por una denominada prima por riesgo de mercado. Siendo esta última la diferencia entre el retorno esperado del mercado y la tasa libre de riesgo.

Luego, introduce el concepto de volatilidad de un activo (β), que consiste en el grado de variación del valor de un activo con respecto al

mercado. Si el activo es más volátil que el mercado ($\beta > 1$), entonces se debe esperar una mayor prima por riesgo de mercado. Caso contrario ($\beta < 1$), la prima por riesgo de mercado debe ser menor. Es así que utilizando estos conceptos, plantea la siguiente fórmula para calcular el retorno esperado de los activos:

$$E(R_s) = R_f + \beta * (E(R_m) - R_f)$$

En el caso de países emergentes es usual, aunque discutido, incluir una prima por riesgo país. Así, específicamente para evaluar el coste de los recursos propios se tiene la siguiente expresión:

$$KE = R_f + \beta_e * (E(R_m) - R_f) + R_{país}$$

Por último, dado que los activos tienen componentes de deuda, surge el concepto de la “beta no apalancada”, que es la volatilidad que presentaría un activo si estuviera completamente financiada por recursos propios. Así, la relación entre la beta de *equity* apalancada y no apalancada se da por la siguiente expresión²⁸ (asumiendo una deuda carente de riesgo, $\beta_{Deuda} = 0$):

$$\beta_e = \beta_u * \left(1 + (1 - t) * \frac{D}{E} \right)$$

Donde:

β_u :	Volatilidad o beta no apalancada
t:	Tipo impositivo
D:	Valor de mercado de la deuda
E:	Valor de mercado de los fondos propios

²⁸ Expresión propuesta por Modigliani y Miller (*Corporate Income, Taxes and the Cost of Capital: A Correction*, 1963) y por Hamada (*The Effect of the Firm's Capital Structure on the Systematic Risk of Common Stocks*, 1972)

7.3.6.2.- Evaluación de la tasa de descuento

Tal y como se mencionó en el apartado 7.3.4.6.- Flujos de caja, el enfoque escogido para evaluar las inversiones es el del flujo de caja del accionista y el coste de los recursos propios (FCA/Ke).

Luego, siguiendo las recomendaciones propuestas por la agencia estatal Proinversión, se han utilizado los siguientes valores para evaluar el coste de los recursos propios:

- Una tasa libre de riesgo (Rf) correspondiente al promedio aritmético de los rendimientos de los bonos a 10 años del Tesoro Americano correspondientes al período 1928 – 2016 (Fuente: Damodaran).
- Una rentabilidad de mercado (Rm) correspondiente al promedio aritmético de los rendimientos del Índice S&P 500 correspondiente al período 1928 – 2016 (Fuente: Damodaran).
- Una beta desapalancada (β_u) correspondiente al promedio del sector ingeniería/construcción de Europa de los últimos cinco años (Fuente: Damodaran). Esto es razonable, si se tiene en cuenta que no existen empresas del sector tranviario u otros similares que coticen en bolsa. Por lo que, una buena aproximación es utilizar la volatilidad de las empresas europeas, las cuales son las principales concesionarias de proyectos de infraestructura alrededor del mundo.
- Una prima por riesgo país correspondiente al promedio mensual de los EMBI+ (mide el diferencial de los rendimientos en dólares de los bonos soberanos de un país emergente y los bonos del tesoro estadounidense) de los últimos 5 años (Noviembre del 2012 – Octubre del 2017, Fuente: BCRP).

Cabe señalar, que al igual que la estimación del coste de la deuda, los valores calculados están expresados en dólares. Por lo tanto, es necesario realizar la respectiva transformación a soles, para lo cual se utiliza la siguiente expresión:

$$KE_{soles} = KE_{dólares} * \frac{1 + IPC}{1 + CPI}$$

Donde:

IPC: Inflación de Perú, medida como un promedio de las variaciones anuales de los últimos 10 años (Fuente: BCRP)

CPI: Inflación de Estados Unidos, medida como un promedio de las variaciones anuales de los últimos 10 años (Fuente: Federal Reserve Bank of St. Louis)

Hay que mencionar, además que el retorno esperado de los recursos propios varía de acuerdo al nivel de apalancamiento. Por lo que, el cálculo del coste de *equity* mostrado en la siguiente tabla se corresponde al momento de máximo apalancamiento (relación D/E del 25%/75%), que es cuando se ha dispuesto de todo el crédito y aún no se ha realizado devolución alguna del principal.

Enfoque Proinversión	
Rf: Tasa libre de riesgo	5,18%
Rp: Riesgo país últimos 5 años	1,73%
Rm: Rentabilidad de mercado	11,42%
Prima de mercado	6,24%
Beta desapalancada	0,69
Beta apalancada	2,15
Coste de equity (KE) en dólares	20,32%
Inflación Perú	3,20%
Inflación EEUU	1,77%
Ajuste a moneda local - soles	1,01
Coste de equity (KE) en soles	20,61%

Tabla N° 48: Cálculo del coste de equity en el apalancamiento máximo

Este valor obtenido es razonable teniendo en cuenta que de acuerdo con las características actuales del mercado peruano y a proyectos recientes de esta envergadura, se tiene un 15,9% como un valor mínimo referencial de rentabilidad esperada para este tipo de proyectos (Línea 2 del Metro de Lima). Además, según la literatura financiera, una rentabilidad esperada para los recursos propios de al menos el 20% es referencial para países emergentes (Eduardo Martínez, 2012).

7.3.6.3.- Métodos de valuación de proyectos

7.3.6.3.1.- Método de los flujos de caja descontados

Antes de desarrollar este apartado, cabe señalar que, como ya se ha mencionado previamente, existen dos enfoques para evaluar los flujos de caja descontados: descontando los flujos de caja libre utilizando el coste ponderado medio del capital (WACC) y descontando los flujos de caja del accionista utilizando el coste de los recursos propios (K_e). Asimismo, ya se ha mencionado que ambos métodos son teóricamente equivalentes y que por motivos de mayor claridad en sus resultados, **se ha visto conveniente utilizar el enfoque del flujo de caja del accionista para evaluar la rentabilidad de este proyecto.**

7.3.6.3.1.1.- Método estándar

Dentro del enfoque de los flujos de caja descontados (en adelante, FCD), el método estándar es el ampliamente más utilizado en la valuación de proyectos en la actualidad, por su simpleza en su aplicabilidad y su facilidad en términos de requerimientos de información. Este método consiste en descontar los flujos de caja de un proyecto utilizando una única tasa de descuento, específicamente en el momento de máximo apalancamiento del proyecto.

Cabe señalar, que el método estándar se diseñó para evaluar proyectos simples y surgió en una época en la que los costes computacionales eran elevados y consumían mucho tiempo. Por lo que, los analistas financieros con la finalidad de reducir dichos parámetros optaron por un enfoque conservador al utilizar una única tasa de descuento.

Este método deja de tener asidero al evaluar proyectos más complejos, como los establecidos bajo el esquema del *project finance*. Ya que, en estos proyectos el apalancamiento no es constante y varía a lo largo del horizonte temporal de los mismos. Concretamente, el apalancamiento se inicia con un valor del 0%, luego se incrementa hasta valores típicos del 60 al 85%, cuando se ha dispuesto toda la deuda, y finalmente vuelve a caer al 0% en los últimos años.

Luego, como vimos en el apartado anterior, el coste o la tasa de retorno esperada de los recursos propios, utilizando el modelo CAPM, varía de acuerdo al apalancamiento del proyecto: a más apalancamiento, el coste del *equity* es mayor. Por lo que, utilizar una única tasa de descuento en la valuación de proyectos, y específicamente la más elevada, es una práctica errónea que incurre en la infravaloración de los mismos. Esto se puede ver más claramente en el gráfico N° 038, en el que se muestra la evolución del apalancamiento para el presente proyecto.

Por otro lado, con la finalidad de compensar la sobrestimación del apalancamiento en el método estándar, se puede utilizar un apalancamiento promedio para todo el proyecto, como se muestra en el gráfico N° 39. Sin embargo, aún así no se realiza una estimación correcta al no respetar la naturaleza cambiante del apalancamiento.

En definitiva, como señala Esty (*Improved Techniques for Valuing Large-Scale Projects*, 1999), el método estándar presenta las siguientes falencias:

- 1) No toma en cuenta la naturaleza cambiante del apalancamiento, esto se soluciona con el método de las tasas de descuento múltiples.
- 2) Para la utilización correcta del modelo CAPM, es necesario emplear los valores de mercado y no los valores contables, tanto de los recursos propios, como de la deuda. Esto se soluciona con el método de la valoración cuasi-mercado (*Quasi-market valuation*, Richard Ruback)

Ambas técnicas para mejorar la valuación de proyectos bajo el enfoque FCD son analizadas en los siguientes apartados.

Gráfico N° 38: Coste del equity utilizando el máximo apalancamiento
 Fuente: Elaboración propia a partir de Improved Techniques for Valuing Large-Scale Projects (Benjamin Esty, 1999)

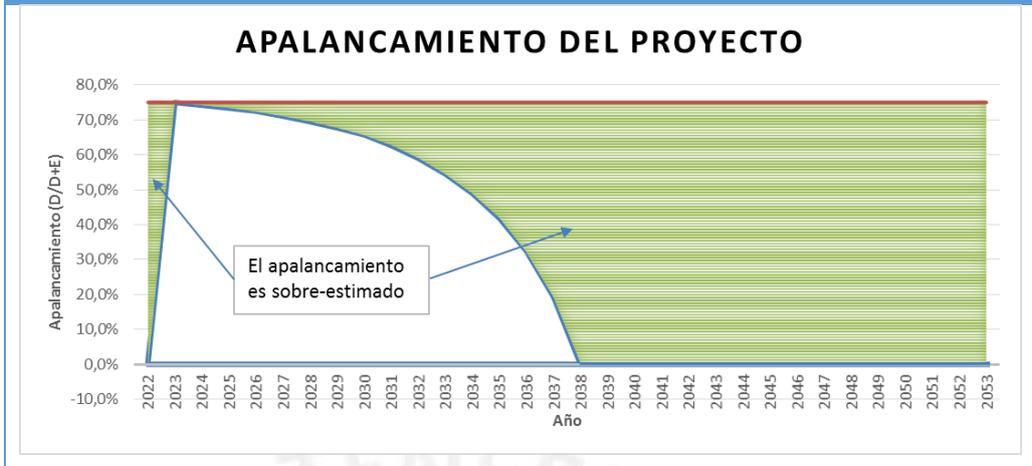
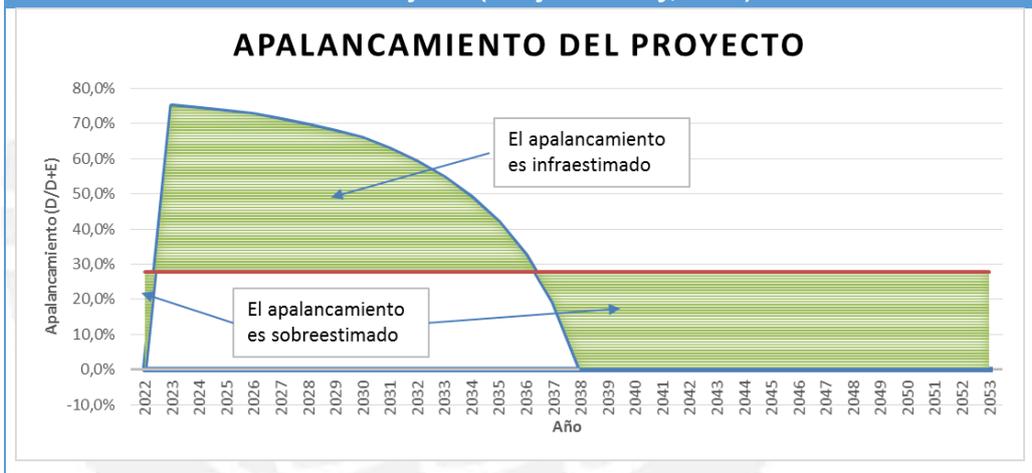


Gráfico N° 39: Coste del equity utilizando el apalancamiento promedio
 Fuente: Elaboración propia a partir de Improved Techniques for Valuing Large-Scale Projects (Benjamin Esty, 1999)



7.3.6.3.1.2.- Método de las tasas de descuento múltiples

Este método consiste en descontar los flujos de caja utilizando múltiples tasas de descuento, las cuales se van calculando de acuerdo a la evolución del apalancamiento del proyecto.

En el método estándar (única tasa de descuento), el factor de descuento para los flujos de caja, por ejemplo para el año "n" del proyecto, se evalúa según la siguiente fórmula:

$$\text{Factor de descuento año "n"} = \frac{1}{(1 + KE)^n}$$

No obstante, utilizando el método de las tasas de descuento múltiples, se obtiene la siguiente expresión:

$$\text{Factor de descuento año "n"} = \frac{1}{(1 + KE, 1)} * \frac{1}{(1 + KE, 2)} * \dots * \frac{1}{(1 + KE, n)}$$

Así pues, este método es más acertado, ya que resalta la relación del coste de los recursos propios y el apalancamiento del proyecto. Por lo que, requiere que se calcule el apalancamiento durante todo el proyecto para poder obtener así tasas de descuento año a año. El detalle de su aplicación se puede ver en el Anexo 4.10.1.-Método estándar y de tasas de descuento múltiples.

7.3.6.3.1.3.- Método de la valoración cuasi-mercado

El método de valoración cuasi-mercado es una técnica relativamente novedosa que fue propuesta por Richard Ruback (*Harvard Business School*) inicialmente para adquisiciones por endeudamiento (*leveraged buyouts – LBO's*), pero que Esty propone para la valoración de proyectos bajo el esquema de *project finance*, debido a su buen funcionamiento.

Esta metodología parte del concepto de que los inversionistas estiman sus rentabilidades esperadas en términos de los valores de mercado de las acciones y no de sus valores contables. Asumir lo contrario se traduce en una sobrevaloración de los apalancamientos y por ende en una infravaloración del proyecto. Ya que, si un proyecto es aprobado, se espera que este tenga un valor actual neto positivo (VAN), lo que origina en consecuencia que el valor de mercado de los recursos propios del proyecto sea superior a su valor contable.

En este contexto, este método plantea la necesidad de utilizar valores de mercado. No obstante, dado que el proyecto aún no es una realidad, no es posible contar con los valores de mercado actuales o futuros de los recursos propios del proyecto.

Para solventar esta problemática, este método plantea las siguientes hipótesis:

- Asume que el modelo CAPM es válido, concretamente, que las ganancias de los recursos propios están relacionados con las rentabilidades esperadas de cada período de análisis. Por tanto, plantea que el valor de mercado de los recursos propios de un determinado año se corresponden como la suma de: el valor de mercado de los recursos propios del año anterior, el retorno esperado de los mismos ($ROE_t = E_{t-1} * KE_{t-1}$) e inyecciones de recursos propios menos los dividendos repartidos en ese período. Esto último se muestra en la siguiente fórmula:

$$E_t = E_{t-1} + ROE_t + Inv. Eq._t - Dividendos_t$$

- Asume que el valor de mercado de la deuda es igual al valor contable de la deuda, siendo esta suposición de uso habitual y casi siempre correcta, salvo para compañías con problemas financieros.

- En relación a la eficiencia del mercado, asume que los valores de mercado de los recursos propios incorporan inmediatamente las expectativas de rentabilidad del proyecto cuando están disponibles. Esto se traduce en que el valor de mercado inicial de *equity* es igual a la suma de la inversión inicial de *equity* y el VAN del proyecto.

No obstante, utilizando estas hipótesis se constituye el siguiente problema circular: para obtener el VAN del proyecto se necesita tener las tasas de descuento y para calcular apropiadamente estas últimas es necesario conocer las estructuras financieras, las mismas que son modificadas por el VAN del proyecto. En consecuencia, para resolver este problema circular, se plantean las siguientes condiciones:

- El VAN utilizado para calcular la estructura inicial de capital debe ser igual a la suma de los flujos de caja descontados del proyecto.

- El valor de los recursos propios al finalizar el proyecto debe ser igual a cero.

- Las tasas de descuento están basadas en el coste del *equity* al empezar el año; es decir, en el coste del *equity* del año anterior. Esto

es racional, ya que las expectativas de rentabilidad se crean en el inicio y no en el final del año.

El detalle de la valoración cuasi-mercado del presente proyecto se puede ver en el Anexo 4.10.2.- Método de valuación cuasi-mercado. Por ejemplo, para el año 1 (2023) del proyecto, el valor final del *equity* de 174.805,54 miles de soles se calcula como sigue:

$$\begin{aligned} &174.805,54 \text{ (*Equity final*)} \\ &= 130.042,19 \text{ (*Equity inicial*)} \\ &+ 14.789,95 \text{ (*ROE* = } 130.042,19 * 11,37\%) \\ &+ 29.973,41 \text{ (*Inversión en equity*)} - 0 \text{ (*Dividendos*)} \end{aligned}$$

Donde, 11,37% es el retorno esperado de los recursos propios del año 0 (2022) y se calcula según los valores estudiados en el apartado 7.3.6.2.- Evaluación de la tasa de descuento:

$$11,37\% = 1,01 * (5,18\% + 0,69 * (11,42\% - 5,18\%)) + 1,73\%$$

7.3.6.3.2.- Nuevos enfoques

Esty también menciona la existencia de nuevas metodologías de valuación de proyectos que se ajustan más a la realidad y por ende deberán ser el camino a seguir en el futuro. Específicamente, enuncia la metodología de las opciones reales, que consiste en incorporar los intangibles y la flexibilidad operativa en la toma de decisiones en el marco de la valuación de proyectos. Particularmente, destaca la posibilidad de diferir la toma de decisiones (entendiendo que no todas las decisiones son ahora o nunca), cambiar estrategias o abandonar malos proyectos. Asimismo, menciona que la principal desventaja de este método es su dificultad de implementación producto en parte de la carencia de información.

7.3.6.4.- Resultados

A continuación, se muestra una tabla resumen de los resultados financieros del escenario base del proyecto:

CASO BASE CON FIDEICOMISO	
Valores en miles de S/	
Subvenciones de la administración (mS/ / año) - RPMO	68.850,60
Precio por Kilómetro de Tren - PKT (S/ / km)	97,00
Kilómetros Garantizados al inicio de explotación - KG	709.800
Factor de penalidad media	1,00
Payback del accionista	1,87
Inversión del accionista	81.095,86
Flujo de caja medio del accionista	43.291,14
Flujo de Caja del Accionista	
Coste de equity estándar	20,61%
TIR	20,67%
VAN estándar	353,08
VAN múltiples tasas de descuento	33.014,37
VAN cuasi-mercado	78.919,73

Tabla N° 49: Resultados financieros del escenario base (con fideicomiso)

En primer lugar, es importante señalar, que la viabilidad de los resultados financieros del escenario base se obtuvieron gracias a la cofinanciación de la administración. Específicamente, gracias a la cofinanciación de las inversiones iniciales (40%) y de la garantía de los ingresos del concesionario a través de los pagos por kilómetros garantizados. El detalle de las aportaciones de la administración se puede observar en el apartado 7.3.8.- Cofinanciación de la administración.

Luego, en cuanto al *payback* de los accionistas, se estima un valor de 1,87 años. Este es un valor pequeño, dado que los flujos de caja del accionista son crecientes a lo largo de la vida del proyecto, siendo lo suficientemente grandes en los últimos años como para elevar el cálculo del flujo de caja medio. Por otro lado, si se toma en cuenta los valores descontados de los flujos de caja según el método de las múltiples tasas de descuento, se obtiene un *payback* de 20,91 años.

En cuanto a la tasa interna de retorno (TIR), **se obtiene un valor de**

20,67% superior al coste de equity máximo del proyecto de 20,61%. Por lo que, bajo este concepto el proyecto es viable financieramente.

Por último, en cuanto al VAN del proyecto, se obtiene un valor positivo por cualquiera de los métodos antes analizados. Cabe señalar, que como ya habíamos mencionado previamente, el método estándar infravalora el proyecto y esto se evidencia en los VANs calculados. Se puede observar que se cumple la siguiente relación: VAN valoración cuasi-mercado > VAN múltiples tasas de descuento > VAN estándar, lo que confirma el marco teórico antes estudiado. Por tanto, el proyecto también es viable financieramente bajo este concepto.

En conclusión, como se ha podido ver, según las hipótesis planteadas para el escenario base, el proyecto es viable a nivel económico-financiero.

7.3.7.- Análisis de sensibilidad

Los resultados financieros dependen en gran medida de la calidad de los flujos de caja proyectados. Por lo que, dado a que los resultados obtenidos se dieron en base a diversos supuestos e hipótesis, existe incertidumbre en los flujos de caja. Esta incertidumbre se constituye como riesgos para el proyecto.

Los riesgos del proyecto se constituyen como las variaciones de las principales componentes del modelo financiero con respecto al escenario base, que se traducen en variaciones de los flujos de caja y por ende en variaciones en los resultados financieros.

Por tanto, con la finalidad de evaluar los riesgos del proyecto, en primer lugar, se realiza un análisis "*ceteris paribus*" (modificar una variable manteniendo el resto constante) para identificar y cuantificar los riesgos más importantes. Por último, para evaluar la estabilidad del modelo y las posibles máximas pérdidas, se realiza un análisis de extremos.

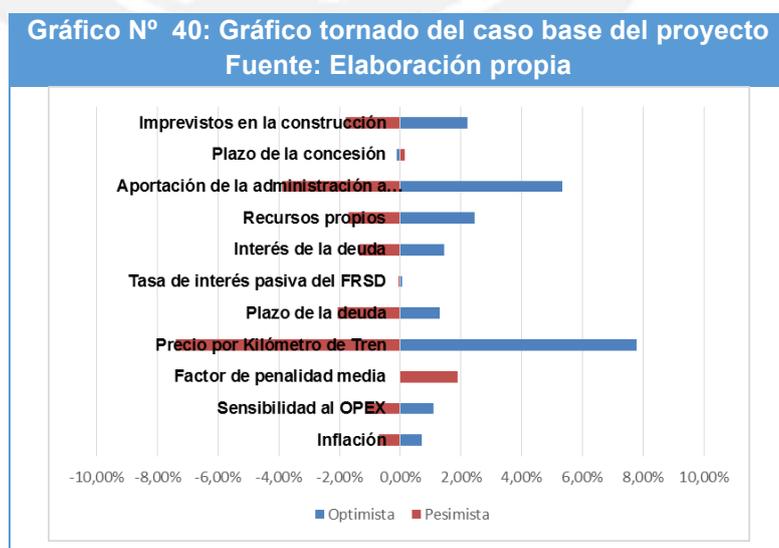
7.3.7.1.- Análisis ceteris paribus

El análisis *ceteris paribus* consiste en identificar las variables principales que afectan al flujo de caja del proyecto mediante la variación individual de cada una, manteniendo constantes las demás. De este modo, se cuantifica la influencia en la rentabilidad de cada variable.

Los resultados de este análisis se muestran a continuación:

Variable	V (escenario base)	Variaciones		TIR accionista		Diferencia con TIR base	
		Optimista	Pesimista	Optimista	Pesimista		
Inversiones							
Imprevistos en la construcción (%)	10,0%	0,0%	20%	22,87%	18,86%	2,20%	-1,81%
Plazo de la explotación (años)	30	35	25	20,54%	20,82%	-0,13%	0,15%
Hipótesis financieras							
Aportación de la administración a la inversión (%)	40,0%	50%	30%	26,00%	16,78%	5,33%	-3,89%
Recursos propios (% inversión)	15,0%	10%	20%	23,13%	18,97%	2,46%	-1,70%
Tasa de interés pasiva del FRSD (%)	3,9%	4,7%	3,1%	20,72%	20,62%	0,05%	-0,05%
Interés de la deuda (%)	8,5%	7,0%	10,0%	22,11%	19,31%	1,44%	-1,36%
Plazo de la deuda (años)	15	20	10	21,96%	18,60%	1,29%	-2,07%
Tarifas e ingresos							
Precio por Kilómetro de Tren (\$ / km)	97,00	116,40	77,60	28,45%	13,26%	7,78%	-7,41%
Factor de penalidad media	1,00	1,00	0,95	20,67%	18,77%	0,00%	1,90%
OPEX							
Sensibilidad al OPEX (%)	0,0%	-10%	10%	21,76%	19,59%	1,09%	-1,08%
Hipótesis macroeconómicas							
Inflación - IPM	2,67%	3,20%	2,14%	21,38%	19,95%	0,71%	-0,72%
					Valores máximos	7,78%	-7,41%

Tabla N° 50: Análisis ceteris paribus del caso base del proyecto



A raíz de estos resultados se puede mencionar lo siguiente:

- En este análisis no se incluyen los riesgos relacionados a la demanda del proyecto; ya que, como se ha mencionado en repetidas oportunidades, este riesgo se ha transferido a la administración, esto se puede ver en más detalle en el apartado 7.3.9.- Justificación del sistema de cofinanciación.

- Como era de esperarse, las variables que afectan más la rentabilidad del proyecto son: precio por kilómetro de tren garantizado, aportación de la administración a las inversiones iniciales, el % de los recursos propios y el plazo de la deuda. Sin embargo, cabe mencionar, que estas variables están relacionadas con la estructuración del proyecto y son requisitos para la viabilidad del mismo. Por lo que, estos no constituyen riesgos per se para el proyecto.

- Entonces, dentro de las principales variables que sí constituyen riesgos para el proyecto tenemos: imprevistos en la construcción, interés de la deuda, factor de penalidad media y la sensibilidad al OPEX.

- En el caso de la variable “plazo de la concesión” se tiene un comportamiento opuesto al esperado, se presentan mayores tasas de retorno para períodos menores de concesión. Esto se puede explicar debido al hecho de que para el último año de la concesión se proyecta un flujo de caja más elevado que el resto de años (retorno del fondo de maniobra). Por tanto, cuando este ingreso se trae más al presente y se descuenta con un factor de descuento mayor, se produce un flujo de caja descontado más grande. En otras palabras, debido al valor del dinero en el tiempo, mayores ingresos al principio tienen mayor valor que en el futuro y en consecuencia esto produce una mayor tasa interna de retorno.

7.3.7.2.- Análisis de extremos

En el presente apartado se analizan los escenarios extremos del proyecto con la finalidad de evaluar la estabilidad del modelo financiero

y conocer las posibles máximas pérdidas y ganancias razonables en las que se puede incurrir.

Para este propósito se han modificado pesimistamente todas las principales variables de riesgo per se del proyecto (imprevistos de la construcción, interés de la deuda, factor de penalidad media y la sensibilidad al OPEX).

Siguiendo estos argumentos se obtuvieron los siguientes resultados:

Variable	Optimista	Pesimista
Inversiones		
Imprevistos (% s/inversión)	0,00%	20,00%
Hipótesis financieras		
Interés de la deuda (%)	7,00%	10,00%
Tarifas e ingresos		
Factor de penalidad media	1,00	0,95
OPEX		
Sensibilidad al OPEX (%)	-10,00%	10,00%
TIR accionista	25,70%	15,05%
VAN estándar accionista	24.991,11	-36.194,40
Diferencia con TIR del caso base	5,03%	-5,62%
RCSD mínimo	1,69	1,16

Tabla N° 51: Resultados financieros del análisis de extremos

A partir de estos resultados, se puede observar que en el peor de los casos razonables, la rentabilidad del accionista es de 15,05%; en cambio, en el mejor escenario es de 25,70%, siendo este un rango corto teniendo en cuenta las hipótesis extremas de partida. Cabe señalar, que aún en el escenario pesimista, el RCSD mínimo es mayor que 1, lo que significa que aún bajo esta coyuntura el proyecto podrá repagar la deuda.

Luego, en cuanto a la estabilidad del modelo, cabe señalar que para obtener un RCSD mínimo de 1,00 (punto en el cual aún se puede repagar la deuda sin brindar rentabilidad alguna a los accionistas) se deberá tener por separado: un valor del 100% para los imprevistos en la construcción, un valor de 16,2% para los intereses de la deuda, un valor de factor de penalización media de 0,73 (valor que está fuera del rango propuesto, 0,85) y una sensibilidad al OPEX del 92%.

Finalmente, es importante mencionar, que la bondad de los resultados del análisis de extremos se debe considerablemente al hecho de que el riesgo de demanda ha sido transferido a la administración.

7.3.8.- Cofinanciación de la administración

La concesión del Tranvía de Huancayo, como ya se ha comentado a lo largo de este texto, necesita que la administración realice aportes para garantizar su viabilidad económico-financiera. Luego, también se ha mencionado que el caso base contempla la utilización del mecanismo del fideicomiso (los únicos ingresos de la concesión son los compromisos de pago de la administración, esto se analiza en detalle en el apartado 7.2.2.- Cofinanciamiento con fideicomiso). La justificación de esta elección se realiza en el siguiente apartado.

En este contexto, en el presente apartado, se analiza en detalle los flujos de caja proyectados para la administración, dados por el cofinanciamiento en las inversiones iniciales, los ingresos por tarifas y los egresos por los compromisos de pago al concesionario.

7.3.8.1.- Cofinanciación de las inversiones iniciales

Como se enuncia en el apartado 7.3.5.3.- Estructura de financiación, en el escenario base, la administración cofinancia en un 40% el monto total de las inversiones iniciales. Estos fondos están designados a la construcción de las obras civiles y su pago al concesionario se realizará mediante valorizaciones trimestrales según el avance físico de las obras. El detalle de estos aportes se observa en la siguiente tabla:

2022	2023	TOTAL	%Aportes
<i>En miles de soles</i>			
129.753,38	86.502,26	216.255,64	40%

Tabla Nº 52: Aportaciones de la administración para las inversiones iniciales

7.3.8.2.- Ingresos de la administración

Los ingresos de la administración por el proyecto son primordialmente en concepto de las tarifas, que serán recaudadas por el concesionario y serán transferidas al fiduciario de la concesión. Existen otros tipos de

ingresos para la administración, como un cierto porcentaje sobre los ingresos complementarios, pero se ha desestimado su inclusión por su poca relevancia.

Los ingresos en concepto de tarifas se determinan en función de la estructura tarifaria y la demanda esperada, tal y como se muestra en los siguientes apartados.

7.3.8.2.1.- Distribución por tipo de viajeros

La distribución por tipo de viajeros es necesaria para poder estimar con mayor precisión los ingresos, ya que a cada tipo de viajero le corresponde una determinada tarifa. Por tal motivo, se utilizó de referencia la estructura de pasajeros del Plan Maestro para Lima y Callao, a partir de la cual se obtiene el valor de reajuste de pasajeros equivalentes, como se muestra en la siguiente tabla:

Tipo de pasajero	Estructura	Tarifa	Pasajero Equiv.
Adulto	80,70%	100%	0,8070
Universitario	14,80%	50,00%	0,0740
Escolar	3,90%	50,00%	0,0195
Gratuito	0,60%	0%	0,0000
Total	100,00%		0,9005

Tabla N° 53: Estructura de pasajeros y pasajero equivalente

Los viajeros exonerados de pagar por el servicio son los miembros de la Policía Nacional del Perú, del Cuerpo General de Bomberos y niños menores de 6 años.

7.3.8.2.2.- Estructura tarifaria

Con la finalidad de establecer precios de carácter social y que estos se encuentren en consonancia con los precios actuales del transporte público, se ha establecido la siguiente estructura tarifaria (cabe resaltar, que por política pública, las tarifas de transporte público están exentas de IGV):

Estructura tarifaria	en soles
Adulto	1,5
Medio pasaje (Universitario y escolar)	0,75

Tabla N° 54: Estructura tarifaria de referencia

Adicionalmente, se ha tomado en cuenta que las tarifas estén afectadas por una tasa de inflación (Índice de Precios al por Mayor) del 2,67%.

7.3.8.2.3.- Demanda

Como se detalló en el apartado 4.2.4.- Proyección de la demanda período 2024-2053, en el escenario base, se tiene una demanda esperada de 28,51 millones de viajeros anuales con una tasa de crecimiento del 2% durante todo el período de explotación.

7.3.8.3.- Egresos de la administración

Los egresos de la administración en la etapa operativa están constituidos por los pagos por kilómetros garantizados (esto se analiza en detalle en el apartado 7.3.4.3.1.- Ingresos). Estos pagos son los que garantizan la viabilidad financiera de la concesión y se realizan de forma trimestral durante todo el período de la explotación. Además, se contempla que también estén afectos por una tasa de inflación (Índice de Precios al por Mayor) del 2,67%. El detalle de estos pagos se observa en la siguiente tabla:

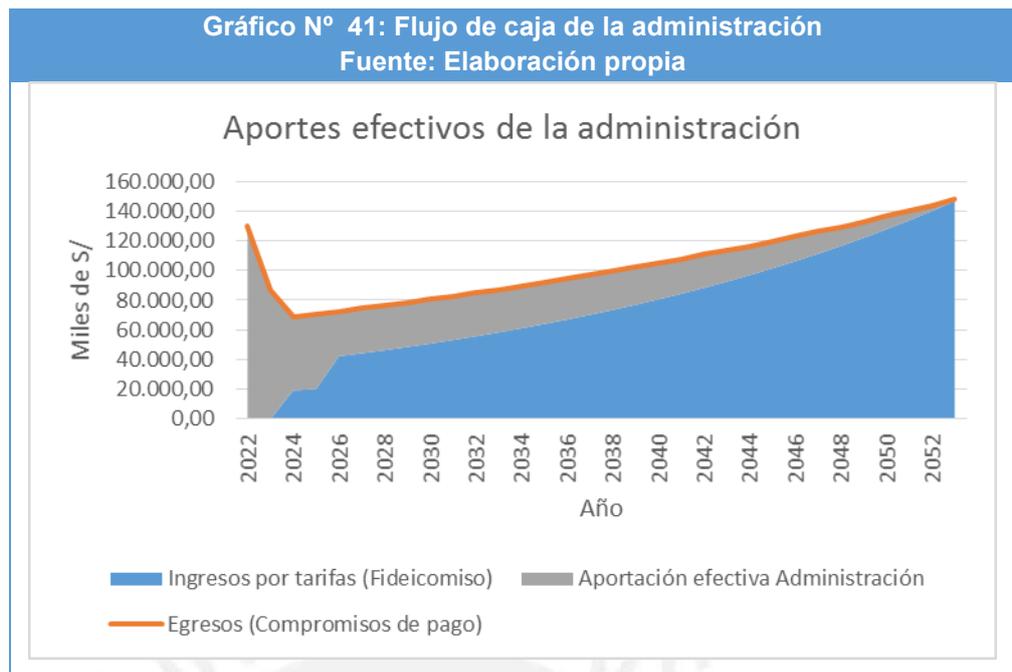
Concepto	Monto
Pago por kilómetros garantizados al 2024 (miles de soles)	68.850,60
Precio por Kilómetro de Tren - PKT (S/ / km)	97,00
Kilómetros Garantizados al inicio de explotación - KG	709.800
Factor de penalidad media	1,00

Tabla N° 55: Pagos de la administración en la etapa de explotación

7.3.8.4.- Flujo de caja de la administración

La evolución del flujo de caja de la administración durante toda la concesión se puede observar en el gráfico N° 41. Las tablas detalladas se encuentran en el Anexo 4.12.- Flujo de caja de la administración.

Como era de esperarse, los ingresos de la concesión no cubren los compromisos de pago al concesionario. Por tanto, los aportes efectivos de la administración se encuentran delimitados por la zona gris. Además, en el gráfico también se puede ver que los aportes efectivos son grandes al inicio y van disminuyendo conforme se incrementan los ingresos de la concesión en los últimos años.



Luego, asumiendo una tasa de descuento del 6% (rendimiento del bono soberano a 15 años en soles – MEF) para los flujos de caja de la administración se obtienen los siguientes resultados:

Concepto	Monto
<i>En miles de soles</i>	
Total aporte efectivo de la administración	921.357,32
Total aporte de la administración - Obras	216.255,64
Total aporte de la administración - Explotación	705.101,68
VAN del flujo de caja de la administración	580.018,00

Tabla N° 56: Aportes efectivos totales de la administración

7.3.8.5.- Análisis de sensibilidad

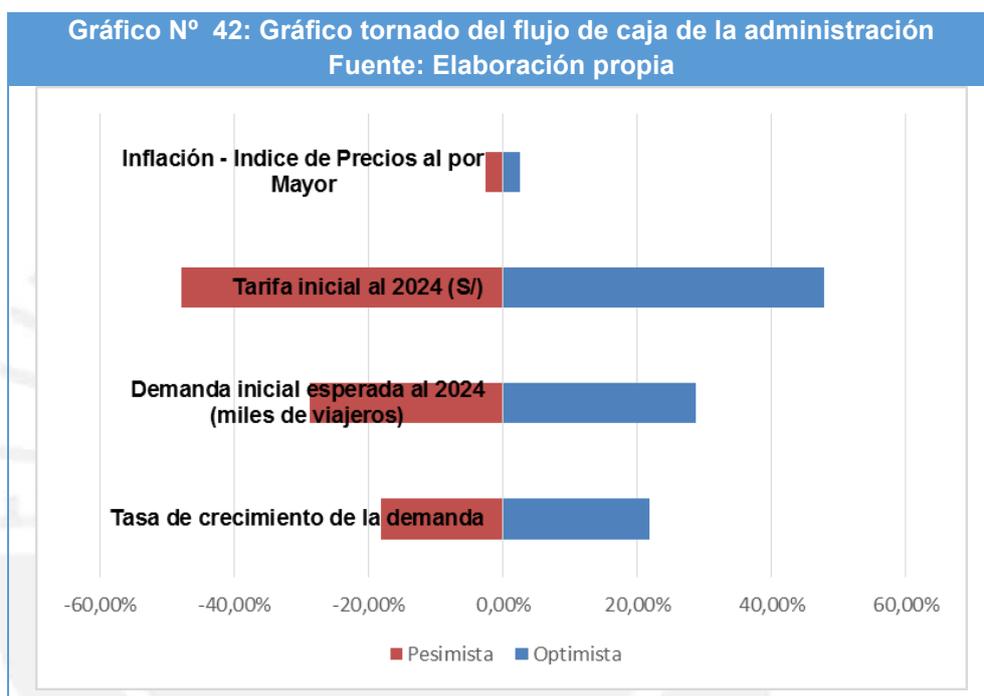
Dado que, como se ha dicho, el riesgo de demanda (ingresos por tarifas) es transferido a la administración, cabe realizar un análisis de sensibilidad de sus flujos de caja.

Primero, se realiza un análisis *ceteris paribus* para encontrar las variables de demanda que afectan más a los aportes efectivos de la administración.

Por último, mediante un análisis de escenarios extremos, se cuantifica las posibles máximas aportaciones a realizar por la administración.

ANÁLISIS CETERIS PARIBUS							
Variable	V (escenario base)	Variaciones		VAN administración (miles de S/)		Diferencia con VAN base (%)	
		Optimista	Pesimista	Optimista	Pesimista		
Tasa de crecimiento de la demanda	2%	3%	1%	453.656,02	685.836,60	21,79%	-18,24%
Demanda inicial esperada al 2024 (miles de viajeros)	28.510	34.210	22.800	413.431,05	746.897,20	28,72%	-28,77%
Tarifa inicial al 2024 (S/)	1,5	2,0	1,0	302.275,67	857.760,33	47,89%	-47,89%
Inflación - Índice de Precios al por Mayor	2,67%	2,14%	3,20%	565.908,42	595.079,08	2,43%	-2,60%
				Valores máximos		47,89%	-47,89%

Tabla N° 57: Análisis ceteris paribus para los flujos de caja de la administración



Variable	Mejor escenario	Peor escenario
Tasa de crecimiento de la demanda	3,00%	1,00%
Demanda inicial esperada al 2024 (miles de viajeros)	34.210	22.800
Tarifa inicial al 2024 (S/)	2,00	1,00
Inflación - Índice de Precios al por Mayor	2,14%	3,20%
VAN administración (miles de soles)	-82.165,15	1.076.029,05
Diferencia con VAN base	114,17%	-85,52%

Tabla N° 58: Análisis de escenarios extremos para los flujos de caja de la administración

A raíz de estos resultados, se puede mencionar lo siguiente:

- Las principales variables que afectan a las aportaciones efectivas de la administración son la tarifa inicial del servicio, la demanda esperada al 2024, la tasa de crecimiento de la demanda y la inflación, en ese orden.
- En los escenarios extremos hay una gran variación con respecto al VAN del escenario base de 114,17% y -85,52% en el mejor y peor escenario, respectivamente. En el mejor escenario, se tiene un VAN negativo, que se traduce en que la administración registra ganancias. Por el contrario, en el peor escenario, se tiene un VAN aproximadamente doble al VAN del escenario base, lo que significa que en este caso la administración deberá aportar casi el doble de lo inicialmente esperado.
- En definitiva, se tiene que el riesgo de demanda afecta grandemente los flujos de caja de la administración.

7.3.9.- Justificación del sistema de cofinanciación

Como se ha explicado en el apartado 7.2.- Modalidades de cofinanciación, se pueden diferenciar dos modalidades de cofinanciación: con o sin fideicomiso. La principal diferencia entre ambas es la transferencia del riesgo de demanda. Por un lado, en el caso sin fideicomiso, el concesionario recibe aportes de la administración, pero es este quien gestiona el riesgo de demanda. Por el contrario, en el caso con fideicomiso, el riesgo de demanda es transferido a la administración.

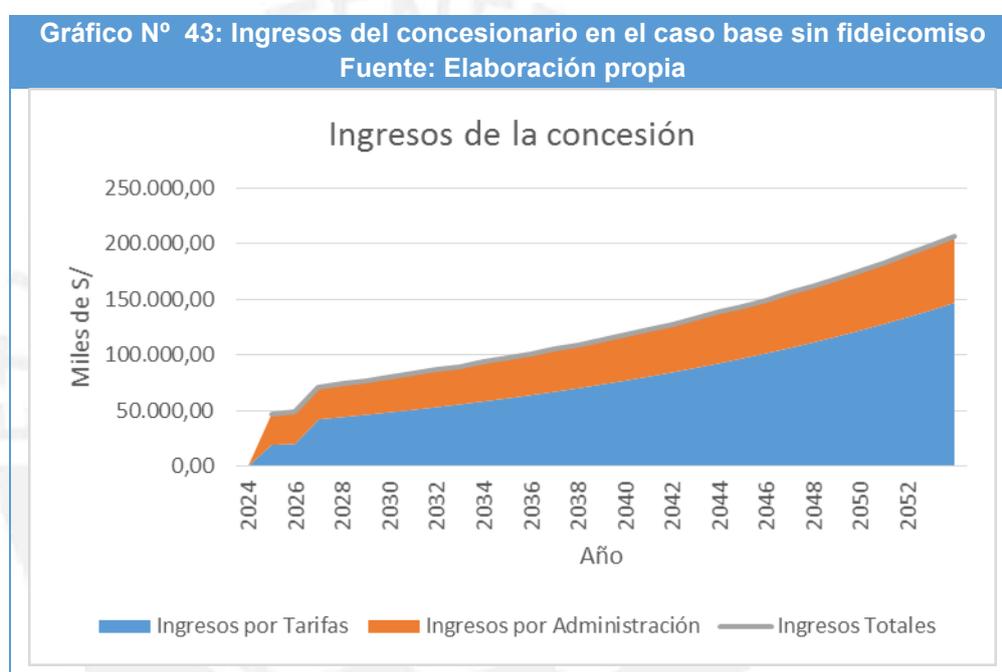
En el presente apartado se realiza la justificación de la elección del mecanismo del fideicomiso. Para lo cual, en primer lugar, se realiza una descripción de los resultados obtenidos cuando no se utiliza este mecanismo. Luego, utilizando estos resultados, se realiza un análisis comparativo de ambas modalidades, tanto desde el punto de vista del promotor privado, como de la administración.

7.3.9.1.- Descripción del caso base sin fideicomiso

7.3.9.1.1.- Hipótesis

Las hipótesis macroeconómicas, de demanda, financieras y operacionales del caso sin fideicomiso son exactamente las mismas que en el caso con fideicomiso, excepto las relacionadas con los ingresos de la concesión.

En el caso sin fideicomiso, los ingresos del concesionario están compuestos por las tarifas y por las aportaciones de la administración, como se muestra en el siguiente gráfico:



7.3.9.1.2.- Resultados financieros

RESULTADOS SIN FIDEICOMISO	
Valores en miles de S/	
Subvenciones de la administración (mS/ / año)	27.682,20
Precio por Kilómetro de Tren - PKT (S/ / km)	39,00
Kilómetros Garantizados al inicio de explotación - KG	709.800
Factor de penalidad media	1,00
Flujo de Caja del Accionista	
Coste de equity estándar	20,61%
TIR	20,62%
VAN estándar	109,86
VAN múltiples tasas de descuento	32.786,87

RESULTADOS SIN FIDEICOMISO	
VAN cuasi-mercado	99.765,38
Flujo de Caja de la Administración	
Total aporte de la administración	1.459.250,24
Total aporte de la administración - Obras	210.457,94
Total aporte de la administración - RPMO	1.248.792,30
Tasa de descuento de la administración	6%
VAN del Flujo de Caja de la Administración	688.925,25

Tabla N° 59: Resultados financieros del caso base sin fideicomiso

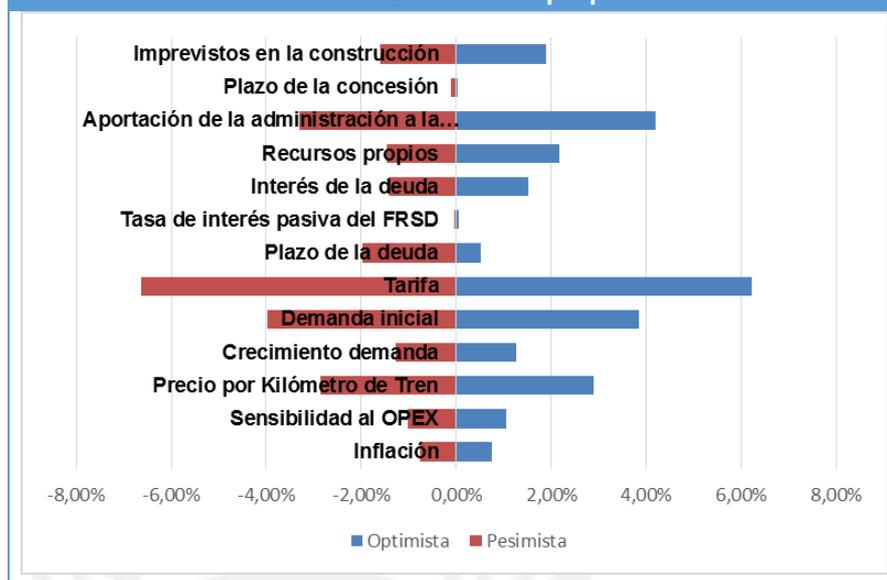
7.3.9.1.3.- Análisis de sensibilidad

ANÁLISIS CETERIS PARIBUS							
Variable	V (escenario base)	Variaciones		TIR accionista		Diferencia con TIR base	
		Optimista	Pesimista	Optimista	Pesimista		
Inversiones							
Imprevistos (%)	10,0%	0,0%	20%	22,52%	19,03%	1,90%	-1,59%
Plazo de la explotación (años)	30	35	25	20,66%	20,50%	0,04%	-0,12%
Hipótesis financieras							
Aportación de la administración a la inversión (%)	40,0%	50%	30%	24,82%	17,33%	4,20%	-3,29%
Recursos propios (%)	15,0%	10%	20%	22,79%	19,17%	2,17%	-1,45%
Interés de la deuda (%)	8,5%	7,0%	10,0%	22,14%	19,20%	1,52%	-1,42%
Tasa de interés pasiva del FRSD (%)	3,9%	4,7%	3,1%	20,67%	20,57%	0,05%	-0,05%
Plazo de la deuda (años)	15	20	10	21,15%	18,64%	0,53%	-1,98%
Tarifas e ingresos							
Tarifa adulto base (en soles)	1,5	2,00	1,00	26,84%	14,00%	6,22%	-6,62%
Demanda inicial (en miles de viajeros)	28.510	34.210	22.800	24,47%	16,66%	3,85%	-3,96%
Crecimiento anual	2%	3,00%	1,00%	21,89%	19,35%	1,27%	-1,27%
Precio por Kilómetro de Tren - PKT (S/ / km)	39,00	46,80	31,20	23,52%	17,77%	2,90%	-2,85%
OPEX							
Sensibilidad al OPEX (%)	0,0%	-10%	10%	21,68%	19,60%	1,06%	-1,02%
Hipótesis macroeconómicas							
Inflación - Índice de Precios al por Mayor	2,67%	3,20%	2,14%	21,37%	19,87%	0,75%	-0,75%
				Valores máximos		6,22%	-6,62%

Tabla N° 60: Análisis ceteris paribus del caso base sin fideicomiso

Gráfico N° 44: Gráfico tornado del caso base sin fideicomiso

Fuente: Elaboración propia



Variable	Mejor Escenario	Peor Escenario
Inversiones		
Imprevistos (% s/inversión)	0,00%	20,00%
Hipótesis financieras		
Interés de la deuda (%)	7,00%	10,00%
Tasa de interés pasiva del FRSD (%)	4,70%	3,10%
Tarifas e ingresos		
Tarifa adulto base (en soles)	2,00	1,00
Demanda inicial (en miles de viajeros)	34.210	22.800
Crecimiento anual de la demanda	3%	1%
Factor de penalidad media	1,00	0,95
OPEX		
Sensibilidad al OPEX (%)	-10,00%	10,00%
TIR accionista	37,86%	6,61%
VAN estándar accionista	113.615,38	-101.451,12
Diferencia con TIR del caso base	17,24%	-14,01%
RCSD mínimo	2,05	0,49

Tabla N° 61: Análisis de escenarios extremos del caso base sin fideicomiso

A raíz de estos resultados, se puede mencionar lo siguiente:

- Las principales variables (no se incluyen las variables relacionadas a la estructuración del proyecto: % de recursos propios, % de cofinanciación de las inversiones iniciales, plazo de la deuda y precio del kilómetro garantizado), que afectan la rentabilidad del caso base sin fideicomiso son: el precio de las tarifas, la demanda inicial, imprevistos

en la construcción, interés de la deuda, crecimiento de la demanda y sensibilidad al OPEX, en ese orden.

- Se observan rentabilidades del 37,86% y 6,61% y unos RCSD mínimos de 2,05 y 0,49 en el mejor y peor escenario, respectivamente.

7.3.9.2.- Análisis desde el punto de vista del promotor privado

En la tabla siguiente se muestran las rentabilidades obtenidas y los VANs cuasi-mercado para cada caso:

Concepto	Sin fideicomiso	Con fideicomiso
TIR FCA	20,62%	20,67%
VAN cuasi-mercado FCA	99.765,38	78.919,73

Tabla N° 62: Cuadro comparativo de rentabilidades caso con/sin fideicomiso

Luego, en cuanto al análisis de escenarios extremos, tenemos:

Modalidad	Mejor escenario	Peor escenario
Sin fideicomiso	37,86%	6,61%
Con fideicomiso	25,70%	15,05%

Tabla N° 63: Cuadro comparativo de escenarios extremos caso con/sin fideicomiso

Así pues, ambas modalidades presentan similares rentabilidades y VANs. No obstante, el caso sin fideicomiso presenta una marcada menor estabilidad en el análisis de escenarios extremos. Por lo que, desde el punto de vista del promotor privado, el caso con fideicomiso es definitivamente el más idóneo.

7.3.9.3.- Análisis desde el punto de vista de la administración

En la siguiente tabla se observa el detalle de las aportaciones de la administración para cada modalidad de cofinanciación:

Escenario	Sin fideicomiso	Con fideicomiso
Valores en miles de soles		
Total aporte efectivo de la administración	1.459.250,24	921.357,32
Total aporte de la administración - Obras	210.457,94	216.255,64
Total aporte de la administración - Explotación	1.248.792,30	705.101,68
VAN administración	688.925,25	580.018,00

Tabla N° 64: Cuadro comparativo de aportaciones efectivas de la administración

En cuanto al análisis de sensibilidad, el caso sin fideicomiso no presenta ningún riesgo para los flujos de caja de la administración. Ya que, los riesgos de demanda son gestionados por el promotor privado. Por el contrario, como se ha visto previamente, el caso con fideicomiso presenta una marcada influencia por el riesgo de demanda.

De los resultados se desprende que el caso con fideicomiso presenta menores aportaciones efectivas para la administración (VAN menor); sin embargo, supone un riesgo considerable para la administración, en el peor escenario se presenta aproximadamente un doble de VAN con respecto al caso base.

Por otro lado, el caso con fideicomiso presenta la ventaja de cederle el manejo de tarifas a la administración. De este modo, este asegura que las tarifas tengan el carácter social que consideren apropiado y puedan fácilmente acoplarse a un sistema de transporte integrado.

Adicionalmente, a la fecha, todos los sistemas ferroviarios de transporte urbano se encuentran centralizados en Lima y todos funcionan bajo el sistema del fideicomiso. Por lo que, llevar a cabo una nueva concesión ferroviaria fuera de la capital y sin la garantía de eliminar el riesgo de demanda para los promotores privados puede afectar seriamente el principio de competencia de la licitación (pocos postores interesados).

En conclusión, dados los análisis realizados desde el punto de vista de la administración, **se establece que el mecanismo del fideicomiso es necesario para garantizar la viabilidad del proyecto.**

VIII. MEMORIA DE LA CONCESIÓN

8.1.- Parámetros fundamentales de la concesión

El objeto principal del proyecto es encargar el diseño, financiamiento, construcción (incluye estudios, obras civiles, sistemas y la provisión del material rodante), operación y mantenimiento del Tranvía de Huancayo al sector privado bajo el esquema de asociación público privada en la modalidad de concesión cofinanciada.

Este tiene las siguientes características referenciales básicas:

- El plazo de la concesión será de 32 años, contados a partir de la fecha de suscripción de contrato. Las solicitudes de prórroga deberán realizarse con un plazo mínimo de 3 años antes del vencimiento de la concesión. Asimismo, en ningún caso, el plazo de la concesión incluidos los períodos de prórroga deberá superar los 60 años, como lo indica el Texto Único Ordenado de las Concesiones.
- El tipo de contrato previsto en el esquema de la concesión es el DFBOT (*Design, Finance, Build, Operate and Transfer*), en el cual la Municipalidad Provincial de Huancayo es la administración concedente. Aunque, recibirá aportes por parte del Gobierno Central para la cofinanciación del proyecto.
- El concesionario tendrá la potestad y la obligación de explotar el servicio de transporte público tranviario en la ruta concedida, percibiendo ingresos por concepto de los pagos por kilómetros garantizados por la administración concedente. Asimismo, podrá recibir otros ingresos complementarios de la provisión de servicios que pueda prestar en las instalaciones de la concesión.
- La financiación del proyecto (obras, operación y mantenimiento) está a cargo del concesionario con participación de la administración concedente bajo un esquema de cofinanciación. El concesionario completará el financiamiento del proyecto a través de los recursos propios de sus accionistas y de un determinado endeudamiento.

8.2.- Licitación y adjudicación

La licitación será dar bajo la modalidad de “Concurso de Proyectos Integrales” bajo los principios de transparencia, publicidad y no discriminación. Además, contará con los siguientes procesos:

8.2.1.- Etapa de precalificación

En esta etapa los licitadores deberán presentar su interés en participar en el proceso, justificando poseer la experiencia y la capacidad necesaria para ejecutar el proyecto. Como resultado, el comité evaluador determinará quienes son los licitadores calificados para continuar en el proceso.

8.2.2.- Contenido de la propuesta técnica y económica

8.2.2.1.- Contenido de la propuesta técnica

Constará de un total de cinco documentos, de acuerdo a lo señalado a continuación:

- Declaración Jurada, declarando que toda la información presentada en la solicitud de participación se mantiene vigente a la fecha y permanecerá desde la misma forma hasta la fecha de cierre.
- Aceptación de las bases del concurso, por medio de una declaración jurada el licitador calificado deberá constar que conoce las bases y se compromete a participar en el proceso bajo sus reglas.
- Garantía de validez, vigencia y seriedad de la oferta, el interesado calificado deberá presentar una garantía por medio de un aval técnico financiero (carta fianza) de la oferta económica por un importe de diez y 00/100 millones dólares americanos (USD\$ 10.000.000,00).
- Propuesta técnica, deberá contener una memoria descriptiva detallando el diseño preliminar de ingeniería, la metodología a utilizar, métodos constructivos, cronograma de ejecución de

obras, la provisión de material rodante, y el plan de mantenimiento y conservación de la infraestructura y el material rodante durante toda la vida de la concesión.

- Versión final del contrato de concesión, el interesado calificado presentará un ejemplar de versión final de contrato de concesión.

8.2.2.2.- Contenido de la propuesta económica

En esta propuesta el interesado calificado deberá presentar su oferta económica y el presupuesto valorizado de los hitos de obra.

La propuesta económica deberá contener los siguientes componentes:

Cofinanciación de las inversiones iniciales

Este componente se refiere al monto de cofinanciación de las inversiones iniciales obligatorias requerido por el postor.

El importe máximo a cofinanciar por la administración concedente asciende a ***doscientos dieciséis millones doscientos cincuenta y cinco mil seiscientos cuarenta soles (S/ 216.255.640,00, IGV no incluido) ajustados de acuerdo a los siguientes límites anuales:***

- i. Ciento veintinueve millones setecientos cincuenta y tres mil trescientos ochenta soles (S/ 129.753.380,00) para el primer año de concesión.
- ii. Ochenta y seis millones quinientos dos mil doscientos sesenta soles (S/ 86.502.260,00) para el segundo año de concesión.

Para efectos de evaluación de la propuesta económica, el licitador calificado deberá indicar su propuesta como un porcentaje de ahorro sobre el importe máximo de cofinanciación. Cabe señalar, que dicho porcentaje se aplicará a cada uno de los límites anuales.

Precio por Kilómetro Tren Garantizado (PKT)

Consiste en el pago anual que realiza la administración concedente a favor del concesionario para recompensar las inversiones y todos los gastos incurridos durante la operación y mantenimiento del servicio

durante toda la etapa de explotación de la concesión.

El importe máximo del PKT asciende a noventa y siete soles (S/ 97, IGV no incluido) con setecientos nueve mil ochocientos (709.800) kilómetros tren garantizados por año de la concesión.

Para la calificación de la oferta económica, el licitador calificado deberá presentar su propuesta como un porcentaje de ahorro sobre el importe máximo del PKT.

8.2.3.- Recepción y evaluación de la propuesta técnica y económica

Los licitadores calificados deberán presentar su propuesta técnica y económica de acuerdo al cronograma establecido en las bases del concurso, acto que deberá estar supervisado por un notario público.

La evaluación del contenido de las propuestas se dará por medio de un comité designado por la administración concedente. En primer lugar, se evaluará el contenido de la propuesta técnica verificando la completitud de su contenido y la viabilidad de la misma (verificándose que se cumpla con los requisitos estipulados en las bases y documentos afines).

Posteriormente, se procederá a la apertura de la propuesta económica solo de los licitadores cuya propuesta técnica haya sido resuelta como favorable.

La evaluación de las propuestas económicas y determinación del ganador del concurso se dará de acuerdo a los puntajes obtenidos mediante la siguiente fórmula:

$$OE_i = \left(\alpha * \frac{COF_i}{COF_{max}} + \beta * \frac{PKT_i}{PKT_{max}} \right) * 100$$

Donde,

OE_i: Corresponde a la calificación de la oferta económica del licitador "i", que estará dentro de un rango de 0 a 100

α, β :	Coeficientes de ponderación
COFi:	Importe de la cofinanciación de las inversiones iniciales ofertada por el licitador “i”
COFmax:	Cofinanciación máxima de las inversiones iniciales
PKTi:	Importe del PKT ofertado por el licitador “i”
PKTmax:	Importe máximo del PKT

Para el cálculo de los coeficientes de ponderación, se ha procederá mediante la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{VAN(COFmax)}{VAN(COFmax) + VAN(PKTmax)}$$

$$\beta = \frac{VA(PKTmax)}{VAN(COFmax) + VAN(PKTmax)}$$

Donde,

VAN (COFmax): Valor actual de la cofinanciación máxima

VAN (PKTmax): Valor actual del PKT máximo a lo largo de la concesión

Luego, con una tasa de descuento del 6% (rendimiento de los bonos soberanos en soles a 15 años), se han evaluado estos coeficientes mediante la formulación anterior y **se obtuvieron los valores de 36,44% y 63,56% para α y β , respectivamente.**

Por último, el comité adjudicará la buena pro del proyecto al licitador con la oferta económica más baja (OEi) conforme a la aplicación de la fórmula antes descrita.

8.3.- Bienes de la concesión

Los bienes que corresponden a la concesión son los siguientes:

- El área de la concesión, como se mencionó en el apartado 3.1.- Ubicación, se encuentra actualmente bajo el control de la actual Concesión del Ferrocarril del Centro; por lo que, la

administración concedente se compromete a realizar el proceso de enajenación por razones de interés público y entregarla debidamente saneada al concesionario.

- Las obras correspondientes a las inversiones obligatorias.
- El material rodante compuesto por las 10 unidades tranviarias de 7 módulos.
- Las inversiones adicionales o cualquier otro bien que por su naturaleza no puedan ser separadas de la concesión con la finalidad de garantizar su adecuado funcionamiento.
- Cualquier derecho de paso o servidumbre que se haya producido como consecuencia del contrato o el cumplimiento de sus obligaciones contractuales.

8.4.- Inversiones

En cuanto a las inversiones iniciales del concesionario se listan las siguientes:

- Estudios definitivos de ingeniería de las obras a realizar y del material rodante
- Ejecución de las obras
- Provisión del material rodante

En cuanto a las inversiones adicionales, tanto el concedente como el concesionario podrán solicitar la ejecución de cualquier inversión adicional que consideren necesaria para garantizar y mejorar la calidad de la provisión del servicio público. Estas serán financiadas inicialmente por el concesionario y serán pagadas con cuotas trimestrales por un plazo de 10 años por la administración, cuando el tiempo remanente de la concesión sea menor, se hará efectivo por tal plazo.

8.5.- Fideicomiso de la concesión

Tal y como se detalló en el apartado 7.2.2.- Cofinanciamiento con fideicomiso, se establecerá un esquema de fideicomiso de los fondos de la concesión, que estará compuesto por lo siguiente:

- Los ingresos correspondientes al cobro de las tarifas por la provisión del servicio público.
- Las aportaciones de la administración concedente por el pago de los kilómetros garantizados. En caso de que los ingresos por tarifas no sean suficientes para cubrir los compromisos de pago al concesionario, la administración deberá aportar el importe remanente. Así, el concesionario tiene garantizados unos ingresos que garantizan la viabilidad económico-financiera de la concesión, transfiriendo el riesgo de demanda a la administración.
- Los importes que le correspondan a la administración concedente en concepto de ingresos complementarios de la concesión.

8.6.- Tarifas

El concesionario será el encargado de realizar el cobro oportuno de las tarifas a los usuarios finales del servicio. No obstante, estas estarán definidas por la administración concedente.

Las tarifas de carácter social (exentas de IGV) a ser cobradas por el concesionario, al inicio de las operaciones, son las siguientes:

- Adulto: S/ 1,50
- Universitario: S/ 0,75
- Escolar: S/ 0,75

8.7.- Niveles de servicio

8.7.1.- Condiciones de la prestación del servicio

- En condiciones generales, el servicio deberá prestarse cumpliendo los estándares internacionales de calidad en materia de operación, calidad y seguridad (tanto de las personas como de los activos de la concesión). Asimismo, se deberá prestar una adecuada atención al cliente orientada a la satisfacción del usuario.

- El horario de funcionamiento del servicio deberá ser desde las 05:00 hasta las 23:00 horas de lunes a domingo.
- El concesionario deberá presentar un plan de prestación del servicio que será aprobado por el concedente. En este plan se establecerán las mallas horarias y trenes programados, para lo cual tendrán en cuenta la cantidad de kilómetros anuales garantizados. En caso de que esta cantidad sea insuficiente, tanto por opinión del concesionario o el concedente, esta se podrá incrementar velando siempre por el confort de los usuarios.
- La frecuencia en hora punta estimada para el inicio de operaciones es de 5 minutos.
- Se deberá garantizar una velocidad comercial de al menos 20 km/h.
- El servicio se debe prestar de forma regular y continua, en caso de que existan interrupciones en la operación, estas deben justificarse debidamente a la administración.
- En cuanto a la atención al usuario, el concesionario deberá instalar un centro de atención al cliente en la estación de mayor demanda, que tenga como función centralizar los reclamos, sugerencias, información y objetos perdidos. Además, se deberá contar con una página web informativa, teléfonos de atención al usuario y guías informativas en las que se promueva la cultura en la utilización del tranvía. Por último, el concesionario deberá realizar dos encuestas anuales que midan el índice de satisfacción del usuario tomando en cuenta los siguientes factores como mínimo: frecuencia, tiempo de viaje, puntualidad, limpieza, atención al cliente, iluminación, confort, regularidad y seguridad delictiva y contra accidentes.
- Todas las instalaciones del tranvía deberán proveer una adecuada información y señalización al usuario que garanticen

prioritariamente la seguridad del público en general (usuarios y no usuarios) y en segundo lugar, los activos de la concesión.

- Finalmente, el concesionario deberá garantizar en todo momento la limpieza y conservación de los activos de la concesión (zonas de vía, accesos, estaciones, material rodante y patio taller).

8.7.2.- Indicadores de niveles de servicio

Los indicadores de niveles de servicio según la legislación española se definen así: “La Administración podrá incluir en los pliegos de condiciones mecanismos para medir la calidad del servicio ofrecida por el concesionario, y otorgar ventajas o penalizaciones económicas a éste en función de los mismos” (Ley de Concesiones 13/2003, Art. 244, punto 5).

En el presente apartado, se recogen como modelos para el Tranvía de Huancayo, los indicadores de niveles de servicio de los contratos de las Líneas 1 y 2 del Metro de Lima. Estos indicadores, como la mayoría en el Perú, tienen un enfoque de penalizaciones. No obstante, se debe analizar la incorporación de ventajas económicas en los indicadores, ya que la lógica común nos dice que puede ser un método para incentivar de forma más efectiva la calidad de los servicios prestados.

8.7.2.1.- Indicador de disponibilidad del servicio (D)

Este indicador mide la continuidad en la prestación del servicio por parte del concesionario. Está expresado en porcentaje, su medición es de forma mensual, realizando un seguimiento diario y se evalúa mediante la siguiente fórmula:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^T \frac{Ve_i}{Vp_i}}{T} * 100$$

Donde:

Ve_i: Viajes realmente efectuados en el día “i”

- V_{pi}: Viajes programados en el día “i”
- T: Cantidad de días programados en el período de medición

Luego, se tiene un valor mínimo aceptable del indicador de disponibilidad de 97% (D_{mín}) y un valor referencial de 98,5% (D_{ref}). A partir de estos dos valores se define la puntuación correspondiente al indicador de disponibilidad del servicio (D), como se muestra a continuación:

$$PD(D) = \begin{cases} 0, & D < D_{mín} \\ 0,50, & D_{mín} \leq D < 0,30 * D_{mín} + 0,70 * D_{ref} \\ 0,70, & 0,30 * D_{mín} + 0,7 * D_{ref} \leq D < D_{ref} \\ 1, & D \geq D_{ref} \end{cases}$$

8.7.2.2.- Indicador de regularidad del servicio (R)

Este indicador mide la puntualidad del servicio como la relación entre la cantidad de recorridos efectuados con una frecuencia menor o igual a la programada y los recorridos programados en hora punta. Está expresado en porcentaje, su medición es de forma mensual, realizando un seguimiento diario y se evalúa mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^F \frac{Ne_i}{Np_i}}{F} * 100$$

Donde:

- V_{ei}: Recorridos efectuados en la hora punta “i” con una frecuencia menor o igual a la programada
- V_{pi}: Recorridos programados en la hora punta “i”
- T: Cantidad de horas punta programadas para el mes

Luego, se tiene un valor mínimo aceptable del indicador de regularidad de 96% (R_{mín}) y un valor referencial de 98,2% (R_{ref}). A partir de estos dos valores se define la puntuación correspondiente al indicador de regularidad del servicio (R), como se muestra a continuación:

$$PR(R) = \begin{cases} 0, & R < R_{\text{mín}} \\ 0,50, & R_{\text{mín}} \leq R < 0,30 * R_{\text{mín}} + 0,70 * R_{\text{ref}} \\ 0,70, & 0,30 * R_{\text{mín}} + 0,7 * R_{\text{ref}} \leq R < R_{\text{ref}} \\ 1, & R \geq R_{\text{ref}} \end{cases}$$

8.7.2.3.- Indicador de calidad del sistema ferroviario (CS)

Este indicador mide de a través de la composición de dos indicadores individuales la calidad, tanto de las instalaciones, como del material rodante de la concesión. Las mediciones son mensuales y la puntuación por este indicador, se define mediante la siguiente fórmula:

$$PCS = \frac{CE + CMR}{100}$$

Donde:

CE: Es la puntuación correspondiente a la calidad de las estaciones y va de 0 a 50 puntos

CMR: Es la puntuación correspondiente a la calidad del material rodante y va de 0 a 50 puntos

Calidad de las estaciones (CE)

La calidad de las estaciones se mide en base a mediciones continuas y mensuales de la disponibilidad y limpieza de los servicios de la estación, tal y como se detalla en la siguiente tabla:

Servicio	Medición	Condición	Puntaje
Torniquetes	Continua	$X = \frac{\text{Horas de funcionamiento reales}}{\text{Horas de funcionamiento programadas}} \geq 0,97$	12
Expendedoras de billetes	Continua	$X \geq 0,96$	4
Pantallas de información	Continua	$X \geq 0,99$	8
Alumbrado	Mensual	$\geq 90\%$ de aparatos en funcionamiento	8
Difusión sonora	Mensual	En total funcionamiento	2

Servicio	Medición	Condición	Puntaje
Limpieza	Mensual	$\leq 15\%$ de elementos sucios	16

Tabla N° 65: Puntuaciones en el indicador de calidad de las estaciones

Las puntuaciones se otorgan, siempre y cuando, se cumplan las condiciones estipuladas en el cuadro anterior. Caso contrario, se otorga una puntuación de cero.

Calidad del material rodante (CMR)

La calidad del material rodante se mide en base a mediciones mensuales de la disponibilidad y limpieza de los servicios del material rodante. La muestra mínima es el número entero correspondiente al 30% de los trenes en funcionamiento y su selección será aleatoria. El detalle de los servicios medidos y su puntaje, se observa en la siguiente tabla:

Servicio	Condición	Puntaje
Difusión sonora	En total funcionamiento	6
Alumbrado interno	$\geq 90\%$ de aparatos en funcionamiento	10
Aire acondicionado	En total funcionamiento	10
Puertas	En total funcionamiento	14
Limpieza	$\leq 15\%$ de elementos sucios	10

Tabla N° 66: Puntuaciones en el indicador de calidad del material rodante

Las puntuaciones se otorgan, siempre y cuando, se cumplan las condiciones estipuladas en el cuadro anterior. Caso contrario, se otorga una puntuación de cero.

8.7.2.4.- Indicador de satisfacción del usuario (SU)

Este indicador mide la satisfacción del usuario con el servicio prestado por el concesionario.

Las mediciones se realizarán por medio de dos encuestas al año, las cuales tendrán las siguientes áreas de medición: rapidez, confort,

confiabilidad, seguridad, atención al cliente, información y accesibilidad. La escala valorativa será la Escala Likert de 5 puntos (1 muy mala, 2 mala, 3 regular, 4 buena y 5 muy buena). En consecuencia, el indicador de satisfacción del usuario final (SU) será un promedio simple de las puntuaciones individuales de cada área de medición.

Por último, la puntuación mensual será la correspondiente al indicador más reciente de satisfacción al usuario, expresada mediante la siguiente fórmula:

$$PSU = \frac{SU}{5}$$

8.7.2.5.- Indicador de fraude (F)

Este indicador es de suma importancia, dado que, bajo el esquema del fideicomiso, el riesgo de demanda es transferido a la administración (ingresos por tarifas).

Mide la evasión de los usuarios en el pago del servicio de transporte, concretamente, mediante la relación entre el fraude previsto y el fraude detectado. La periodicidad de las mediciones es mensual y tiene una muestra mínima del 5 por mil (5 ‰) de la cantidad de viajes semanales. Su evaluación, se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$F = \frac{Fp}{Fd}$$

Donde:

Fp: Fraude previsto, para el presente proyecto se ha estimado un valor del 3%²⁹.

Fd: Fraude detectado, que se calculará por medio de medias móviles de tres meses.

²⁹ Valor conservador, teniendo en cuenta el nivel de fraude del 0,60% obtenido en el 2014 para el Tranvía de Zaragoza (Fuente: Informe de Explotación del 2014).

Por último, la puntuación mensual correspondiente al indicador de fraude (F) se evalúa mediante la siguiente expresión:

$$PF(F) = \begin{cases} 1, & F \geq 1 \\ F, & 0,95 \leq F < 1 \\ 0,95, & F < 0,95 \end{cases}$$

8.7.3.- Evaluaciones y penalidades

El regulador (OSITRAN) deberá calcular un factor de penalización (FP) en base a los indicadores de calidad de servicio listados en el apartado anterior. El FP servirá para deducir los pagos trimestrales por kilómetros garantizados (PKG) a realizar por la administración, tal y como se detalla en las siguientes fórmulas:

$$PKG'_t = PKG_t * FPT_t$$

Donde:

PKG'_t: Pago efectivo por kilómetros garantizados al concesionario en el trimestre "t"

PKG_t: Pago por kilómetros garantizados al concesionario en el trimestre "t"

FPT_t: Factor de penalización trimestral en el trimestre "t"

$$FPT_t = (FPM_1 + FPM_2 + FPM_3) / 3$$

Donde:

FPM_{i,t}: Factor de penalización del mes "i" del trimestre "t"

Luego, para el cálculo del FPM se emplearán las siguientes expresiones:

$$FPM (0,855 \leq FPM \leq 1,00) = FMC * PF$$

Donde:

FMC: Factor mensual referente a la calidad del servicio propiamente dicho (D, R, CS y SU). Acotado, de la

siguiente manera: Si $FMC < 0,90$, $FMC = 0,90$.

$$FMC = 0,30 * PD + 0,20 * PR + 0,30 * PCS + 0,20 * PSU$$

PF: Puntuación del indicador de fraude, acotado como se mostró previamente: $0,95 \leq PF \leq 1,00$.

Adicionalmente, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando el indicador de fraude calculado (F) sea menor a 0,95, el concesionario deberá depositar al fideicomiso de la concesión el monto correspondiente a los ingresos dejados de percibir.
- No se aplicará ningún factor de penalización durante el primer año de explotación del servicio.
- La reiteración del incumplimiento de los estándares de calidad del servicio, dados por un factor de penalización (FP) menor a 1, será causal de resolución del contrato.

8.8.- Equilibrio económico

Al momento de la suscripción del contrato, ambas partes aceptan que este se encuentra en equilibrio económico-financiero en términos de derechos, obligaciones y riesgos.

No obstante, tanto el concedente como el concesionario tendrán la posibilidad de solicitar el re-equilibrio económico al regulador (Ositran) en las siguientes situaciones:

- IUS VARIANDI: cuando por potestad de la administración concedente, este realiza modificaciones en el contrato suscrito.
- FACTUM PRINCIPIS: ante cualquier efecto colateral sobre el equilibrio económico de una actuación de cualquier administración pública.
- Causas de fuerza mayor o cualquier otra causa estipulada en el contrato.

8.9.- Régimen de seguros

Con la finalidad de reducir riesgos, se deberán contratar los siguientes

seguros:

- Seguro de responsabilidad civil, que cubra daños y perjuicios a los usuarios del sistema ferroviario y terceros, como consecuencia de la ejecución de las inversiones obligatorias y la explotación del servicio.
- Seguro para la etapa de construcción, que sea del tipo a todo riesgo denominado pólizas CAR (*Construction All Risk*).
- Seguro para los bienes de la concesión
- Seguros de vida para los trabajadores de la concesión, se deberán contratar las pólizas de acuerdo a las disposiciones normativas vigentes.

8.10.- Caducidad de la concesión

La caducidad del contrato de concesión se dará en los siguientes supuestos:

- Vencimiento del plazo de la concesión
- Por mutuo acuerdo entre las partes
- Resolución del contrato por incumplimientos del concesionario
- Resolución del contrato por incumplimientos del concedente
- Por declaración unilateral de la administración concedente
- Casos de fuerza mayor o situaciones fortuitas

8.11.- Solución de controversias

La solución de controversias se dará de forma progresiva siguiendo los siguientes niveles:

- Trato directo
- Arbitraje designado en el contrato
- Reglas procedimentales comunes

8.12.- Penalidades

El régimen de penalidades se realizará de acuerdo a las siguientes condiciones:

- El regulador (Ositran) es el organismo facultado para imponer las penalidades contractuales.
- El importe correspondiente de las penalidades será abonado por el concesionario a favor del concedente en el fideicomiso de la administración.
- Los pagos ocasionados por concepto de penalidades no podrán ser utilizadas como motivo para solicitar un re-equilibrio financiero.



IX. CONCLUSIONES

Este documento constituye una primera aproximación del estudio de análisis de viabilidad financiera del Tranvía de Huancayo en modalidad de concesión cofinanciada. A partir del cual se llegaron a las siguientes conclusiones:

- El proyecto beneficiará directamente a más de 360 mil habitantes de los distritos de El Tambo, Huancayo y Chilca.
- El proyecto permitirá el traslado de 95.000 personas al día, equivalente a 28,5 millones para el primer año de operación (año 2024), obteniendo ahorros en los tiempos de viaje y los costes de operación vehicular. Específicamente, reducirá el tiempo de viaje entre Chilca y Ciudad Universitaria de 40 minutos a 20 minutos aproximadamente.
- Dentro de los diversos beneficios que ofrece el proyecto, se resaltan la mejora de la calidad de vida de la población al utilizar un medio de transporte seguro, confortable, confiable, ecoamigable y con una excelente accesibilidad para las personas con movilidad reducida.
- El proyecto contempla la construcción de 6,5 km de vías con un ancho de vía de 1000 mm, 10 paradas y la provisión del material rodante (8 tranvías en servicio y dos en reserva).
- La inversión total estimada del proyecto asciende a un importe de aproximadamente de 489 millones de soles (IGV no incluido, correspondiente solo a la infraestructura y al material rodante).
- El modelo económico-financiero propuesto consiste en una estructura financiera de aportación de la administración, recursos propios y endeudamiento en una proporción de 40%, 15% y 45%, respectivamente. Asimismo, supone un compromiso de pago por kilómetros garantizados de aproximadamente 69 millones de soles al 2024, bajo un esquema de fideicomiso.
- El esquema de fideicomiso de los fondos de la concesión tiene como finalidad transferir los riesgos de demanda a la administración y asegurar unas aportaciones (pagos por kilómetros garantizados) al promotor

privado, de tal manera que estos garantizan por si mismos la viabilidad financiera del proyecto

- Los resultados del modelo financiero propuesto registran una tasa interna de retorno del proyecto del 20,67% y un valor actual neto cuasi-mercado de: setenta y ocho millones novecientos diecinueve setecientos treinta soles (S/ 78.919.730,00), resultando así el proyecto rentable para los inversores.
- Las principales variables de riesgo son: los imprevistos en la construcción, el interés de la deuda, el factor de penalidad media y la sensibilidad al OPEX, respectivamente en ese orden.
- El plazo de la concesión es de 32 años contados desde la fecha de suscripción de contrato y tiene una modalidad de DFBOT (*Design, Finance, Build, Operate and Transfer*).
- En el proceso de licitación, las principales variables intervinientes en la evaluación económica son: el importe de cofinanciación de las inversiones iniciales y el precio por kilómetro garantizado.
- El factor de penalidad aplicado a los pagos garantizados al concesionario toma en cuenta los siguientes indicadores de niveles de servicio o de calidad: disponibilidad, regularidad del servicio, calidad del sistema ferroviario (estaciones y material rodante), satisfacción del usuario y nivel de fraude en la recaudación de tarifas.
- El Tranvía de Huancayo no debe entenderse como una actuación puntual, sino debe estar enmarcada en un planteamiento integral de transporte de la ciudad de Huancayo.
- El tranvía debe entenderse como un mecanismo troncalizador del sistema de transporte en la ciudad, cuyo objetivo es reorganizar el transporte colectivo y promover la intermodalidad con otros modos de transporte (bicicleta, autos privados, autobuses, etc.). En otras palabras, no debe entenderse como una solución excluyente.
- Las aportaciones planteadas para la administración están en consonancia con la experiencia de otros proyectos tranviarios latinoamericanos (Cuenca – Ecuador, Medellín – Colombia y Santos – Brasil).

X. BIBLIOGRAFÍA

- 2iT. (s.f.). *Informe de Costes Estimados de Explotación del Sistema Tranviario de Jaén*. Jaén.
- Abascal, E. M. (2012). *Finance for Managers*. McGraw-Hill.
- Alfredo Mendiola, F. A. (2011). *Factores críticos de éxito de concesiones viales en el Perú*. Lima: Universidad ESAN.
- Alstom. (2017). *The latest evolution of Citadis*. Obtenido de [http://www.alstom.com/Global/Transport/Resources/Documents/brochure 2014/Citadis%20X05%20-%20Product%20sheet%20-%20English.pdf?epslanguage=en-GB](http://www.alstom.com/Global/Transport/Resources/Documents/brochure%2014/Citadis%20X05%20-%20Product%20sheet%20-%20English.pdf?epslanguage=en-GB)
- Álvarez, Á. (2004). *Diferencias entre Tranvía, Metro Ligero y Metro Convencional. Transporte Urbano*.
- Barranquilla, A. d. (2013). *Presentación del Proyecto del Tranvía de Barranquilla*. Barranquilla.
- BID. (2016). *Asociaciones Público Privadas en Perú: Análisis del Marco Legal*.
- Bonilla, H. (2006). *Análisis del Sistema de Transporte Público en la Ciudad de Huancayo*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Carcasona, R. (2013). *Financiación mediante Project Finance: La experiencia de TIRME*.
- Carmona, G. (2015). *Tranvías y otros sistemas de transporte urbano. Despilfarros y aciertos*. Carril Bus.
- Choy, M. (2015). *Radiografía del Costo de Crédito en el Perú*. Lima: Banco Central de Reserva del Perú.
- Contreras, G. (2013). *Proyecto de Mejoramiento de la Av. Ferrocarril Tramo Av. Huancavelica - Av. Evitamiento entre los Distritos de Huancayo, El Tambo y Chilca, Provincia de Huancayo - Junin*. Huancayo.
- Dante Ramirez, D. T. (2013). *Plan Regulador de Rutas de Transporte Urbano de la Provincia de Huancayo*. Huancayo.
- Ernst & Young. (2016). *Guía de Negocios e Inversión en el Perú 2016-2017*. Lima.

- Esty, B. C. (1999). *Improved Techniques for Valuing Large-Scale Projects*. The Journal of Project Finance.
- FPYPSA. (s.f.). *Estudio de Viabilidad del Tranvía de Murcia*. Murcia.
- Galessio, E. (2009). *La utopía hecha vagón*. Obtenido de Perú Económico: <http://perueconomico.com/ediciones/23/articulos/177>
- Galessio, E. (2012). *Ferropedia*. Obtenido de http://www.ferropedia.es/wiki/Breve_Rese%C3%B1a_Hist%C3%B3rica_de_los_Ferrocarriles_en_el_Per%C3%BA._Por_Elio_Galessio
- Geodata, E. y. (2012). *Estudio de Preinversión a Nivel Perfil de la Línea 2 y Tramo de la Línea 4 del Metro de Lima*. Lima.
- INEI. (2013). *Boletín Especial N° 23 "Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población Total por Sexo de las Principales Ciudades, 2000 – 2015"*. Lima.
- Jurado, R. R. (2012). *Revisión Crítica de Datos Sobre Consumo de Energía y Emisiones de los Medios Públicos de Transporte*. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles.
- López, M. G. (2014). *La Articulación de un Project Finance como Instrumento de Financiación de Parques Eólicos. Un Caso Práctico*. Madrid: ResearchGate.
- Madrid, C. d. (2010). *Metros Ligeros y tranvías en Madrid*.
- Mascareñas, J. (2002). *La Beta Apalancada*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Medina, E. C. (2011). *Informe temático N° 28/2010-2011. El sistema ferroviario y sus planes*. Lima.
- Municipalidad Provincial de Huancayo. (2015). *Plan de Desarrollo Urbano de Huancayo 2015-2025*. Huancayo.
- Osinergmin. (2016). *Osinergmin*. Obtenido de Reporte Semestral de Monitoreo del Mercado Eléctrico: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Reportes_de_Mercado/RSMME-I-2016.pdf
- Pennano, G. (1978). Desarrollo regional y ferrocarriles en Perú: 1850 - 1919. págs. 131-147.
- Proinversión. (2005). *Las Asociaciones Público Privadas en el Perú*. Lima.

- Proinversión. (2011 y 2014). *Contratos de las Líneas 1 y 2 del Metro de Lima*. Lima.
- Proinversión. (2012). *Lineamientos de Proinversión para la Determinación de la Tasa de Descuento*. Lima.
- Qursor. (2012). *Demanda Actual y Proyectada de Pasajeros del Tren Urbano de Huancayo (análisis expeditivo)*. Huancayo.
- Rabaza, J. (2009). *Tamaño vehicular óptimo para el servicio de transporte urbano*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Unit, T. E. (2014). *Evaluando el entorno para las asociaciones público privadas en América Latina y el Caribe*. New York.
- Vassallo, I. y. (2004). *Nuevos Sistemas de Gestión y Financiación de Infraestructura de Transporte*. Madrid: Colegio de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
- Zaragoza, A. d. (2011). *Las cinco claves del Tranvía de Zaragoza*. Zaragoza.

