



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL



## FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

### OPTIMIZACIÓN DE LA INGENIERÍA DE COSTOS DEL PROCESO DE MONTAJE, ENSAMBLAJE Y PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR CABLES DE LA CIUDAD DE QUITO, LÍNEA OFELIA-ROLDÓS

#### TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

MANUEL MESÍAS OCHOA PAREDES  
manuel.ochoa@epn.edu.ec

ESTEBAN MARCELO TOTOY BARRERA  
esteban.totoy@hotmail.com

DIRECTOR:  
ING. CARLOS BALDEÓN VALENCIA, MDI  
carlos.baldeon@epn.edu.ec

CODIRECTOR:  
ING. JOSÉ GERMÁN GALARZA GRANDA, MBA  
jose.galarza@epn.edu.ec

Quito, Octubre 2017

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por **OCHOA PAREDES MANUEL MESÍAS** y **TOTOY BARRERA ESTEBAN MARCELO**, bajo nuestra supervisión.

---

**Ing. Carlos Baldeón Valencia, MDI**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

---

**Ing. José Germán Galarza Granda, MBA**  
**CODIRECTOR DEL PROYECTO**

## DECLARACIÓN

Nosotros, **OCHOA PAREDES MANUEL MESÍAS y TOTOY BARRERA ESTEBAN MARCELO**, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

**Ochoa Paredes Manuel Mesías**

---

**Totoy Barrera Esteban Marcelo**

## DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a mi familia, quienes me han acompañado y apoyado en todo esfuerzo.

Manuel

Este trabajo, y todo lo que implica para mi futuro el poder terminar la carrera de Ingeniería Mecánica, se lo dedico a mi familia, especialmente, a mi hijo Ernesto. Para él y para todos quienes me rodean, pues sé lo mucho que lo esperaban y lo felices que estarán ahora.

Esteban

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por toda su bondad, por una segunda oportunidad de vida, porque sin su ayuda no podría haber culminado este capítulo en mi vida.

A mi madre por todo su esfuerzo y lucha, a mis tías que estuvieron ahí para ayudarme cuando más lo necesitaba.

A mi hermana que la quiero demasiado.

A la Escuela Politécnica Nacional por el conocimiento brindado en sus aulas.

Manuel

Por todo el amor, paciencia y apoyo, le agradezco a mi familia, mi madre Emma, mi padre Marcelo, mi hermano Andrés, y a mi compañera Selena. Junto a ellos he logrado crecer como una persona ética, con criterio y de mente abierta. Gracias por estar a mi lado dándome el impulso necesario para seguir día a día, hasta cumplir con este objetivo.

A todos los amigos y compañeros de la facultad quienes de una u otra manera me han brindado su ayuda en la elaboración de este trabajo. En especial a Manuel quien ha demostrado ser capaz de vencer la adversidad y cumplir sus metas, trabajando conmigo en el proceso.

A la Escuela Politécnica Nacional, la Facultad de Ingeniería Mecánica y a todos los profesores quienes han aportado con su conocimiento y sabios consejos. Principalmente, al Ingeniero Carlos Baldeón, quien nos ha confiado esta tarea y cuya guía ha sido de mucha importancia, así como la guía del ingeniero José Galarza.

Esteban

# ÍNDICE

Certificación .....	i
Declaración.....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice.....	v
Índice de figuras .....	x
Índice de tablas.....	xii
Índice de anexos.....	xvi
Simbología.....	xvii
Resumen .....	xix
Abstract .....	xx
Introducción .....	1
Objetivo general.....	1
Objetivos específicos.....	1
Alcances .....	1
Justificación teórica .....	1
Justificación metodológica .....	2
Justificación práctica.....	2
1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	3
1.1. Transporte por cables.....	3
1.2. Teleféricos.....	4
1.2.1. Funcionamiento .....	4
1.3. Clasificación de los sistemas teleféricos .....	5
1.3.1. Según el tipo y número de cables .....	6
1.3.2. Según la dirección del movimiento.....	7
1.3.3. Según el tipo de vehículo.....	7
1.3.4. Según el tipo de sujeción .....	10

1.3.5. Según la ubicación del puesto de mando.....	10
1.3.6. Según la operación y grado de colaboración .....	11
1.3.7. Según sus aplicaciones .....	11
1.3.8. Según el tipo de instalación .....	13
1.4. Transporte urbano .....	21
1.4.1. Congestión vehicular .....	21
1.4.2. Pérdidas económicas por disminución de la productividad .....	22
1.4.3. Pérdidas económicas por congestión vehicular .....	22
1.4.4. Inseguridad en el transporte terrestre .....	22
1.4.5. Falta de una adecuada cobertura .....	23
1.5. Transporte urbano por teleféricos.....	23
1.5.1. Una nueva alternativa .....	23
1.5.2. Implementación .....	24
1.5.3. Ventajas.....	25
1.5.4. Desventajas.....	26
1.5.5. Casos emblemáticos.....	27
1.6. Subsistemas electromecánicos .....	28
1.6.1. Vías principales .....	28
1.6.2. Sistema motriz principal .....	29
1.6.3. Sistema de carga.....	29
1.6.4. Sistema de tracción .....	34
1.6.5. Sistema de tensión .....	35
1.6.6. Sistema de transmisión.....	36
1.6.7. Carro móvil .....	40
1.6.8. Sistema de frenado.....	40
1.6.9. Sistema de control .....	40
1.6.10. Sistema de seguridad .....	40
1.6.11. Obra civil y arquitectura.....	41
1.6.12. Torres .....	41

1.6.13. Cimentación .....	45
2. SISTEMA QUITO CABLES LÍNEA OFELIA-ROLDÓS .....	47
2.1. Ubicación del proyecto .....	47
2.1.1. Características generales de la línea Ofelia-Roldós .....	47
2.1.2. Marco geológico regional .....	48
2.1.3. Estratigrafía y litología .....	49
2.1.4. Geomorfología .....	49
2.1.5. Tectónica .....	50
2.1.6. Hidrogeología .....	50
2.1.7. El peligro sísmico.....	51
2.1.8. El peligro volcánico .....	52
2.1.9. El peligro por deslizamientos .....	53
2.2. Pilonas o torres .....	53
3. SISTEMAS ELECTROMECÁNICOS.....	55
3.1. Trenes de poleas o balancines .....	55
3.2. Vías principales .....	56
3.2.1. Línea recta de aceleración y desaceleración de vehículos.....	56
3.2.2. Subsistema cadencia.....	57
3.3. Vehículos o cabinas .....	58
3.4. Cables .....	58
3.4.1. Parámetros de diseño.....	58
3.4.2. Especificación del cable portador-tractor .....	59
3.5. Sistema motriz.....	59
3.6. Sistema Volante .....	60
3.6.1. Volante simple .....	60
3.6.2. Volante doble.....	61
4. PROCESOS DE MONTAJE Y ENSAMBLAJE INVOLUCRADOS.....	62
4.1. Descripción general de las actividades .....	62
4.1.1. Control previo .....	62



4.1.2. Verificación de calidad ,revisión y corrección de las piezas .....	62
4.1.3. Orden previo al montaje.....	62
4.1.4. Traslado al sitio de la obra .....	62
4.1.5. Pre-ensamble para la reducción de los tiempos de instalación .....	62
4.1.6. Procedimiento para las actividades de montaje mecánico .....	63
4.1.7. Montaje y alineamiento .....	63
4.1.8. Montaje del sistema de desvío del cable.....	63
4.1.9. Ensamble y montaje del volante .....	64
4.1.10. Ensamble y montaje de las vías principales .....	65
4.1.11. Montaje motor principal.....	66
4.1.12. Montaje variador de velocidad.....	68
4.1.13. Montaje reductor de velocidad .....	70
4.1.14. Montaje sistema de lubricación del reductor.....	71
4.1.15. Montaje sistema de refrigeración del reductor: ventilador y radiador .....	73
4.1.16. Montaje freno electromagnético .....	74
4.1.17. Montaje de las torres o pilonas.....	75
4.1.18. Montaje de ménsulas, pasarelas y tren de poleas.....	76
4.1.19. Montaje del cable portador tractor .....	76
4.1.20. Empalme de los cables tractores-portadores .....	77
4.1.21. Garajes .....	79
4.1.22. Montaje de vehículos .....	79
4.1.23. Puesta a punto, puesta en servicio , pruebas internas y recepción .....	81
4.2. Equipos, herramientas y materiales.....	81
4.3. Especialistas y mano de obra calificada .....	84
4.3.1. Especialista de instalaciones mecánicas .....	84
4.3.2. Especialista de instalaciones eléctricas .....	84
4.3.3. Especialista para montaje y empalme del cable tractor-portador .....	84
4.3.4. Especialista en alineación de vías principales.....	85
4.3.5. Especialista auxiliar de alineación.....	85

4.3.6. Especialista en montaje de volantes .....	85
4.3.7. Especialista en alineación de balancines .....	85
4.3.8. Inspector de ensayos no destructivos .....	86
4.3.9. Organigrama.....	86
5. ANÁLISIS DE COSTOS.....	87
5.1. Costos directos.....	87
5.1.1. Rendimiento de obra.....	87
5.2. Costos indirectos .....	87
5.2.1. Utilidad.....	88
5.2.2. Imprevistos .....	88
5.2.3. Salarios.....	88
5.2.4. Costos complementarios y misceláneos .....	90
5.2.5. Resumen de costos indirectos .....	91
5.3. Análisis de precios unitarios .....	92
5.3.1. Metodología de cálculo para determinación de tarifas horarias de equipos, maquinarias y herramienta menor.....	93
5.3.2. Determinación de salarios mínimos para mano de obra. ....	94
5.4. Análisis de valor agregado .....	95
5.4.1. Metodología de cálculo del valor agregado ecuatoriano .....	95
6. PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....	101
6.1. Resumen de presupuesto.....	101
6.2. Cronograma de obra .....	108
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	109
7.1. Conclusiones.....	109
7.2. Recomendaciones.....	109
Referencias bibliográficas .....	111
Anexos .....	118

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. a) Funicular en Hastings, Inglaterra; b) T-bar en Are (Suecia). .....	3
Figura 2. Telecabina con adaptaciones para bicicletas en Quito, Ecuador.....	8
Figura 3. Telebén utilizado para transportar deportistas de invierno. ....	9
Figura 4. Telesilla en Hunter Mountain. ....	9
Figura 5. Tarabita en la vía Baños-Puyo. ....	13
Figura 6. Telecabina de 8 plazas en Aramón Panticosa. ....	14
Figura 7. Funitel en Squaw Valley.....	15
Figura 8. Tranvía aéreo en Portland, Estados Unidos.....	15
Figura 9.. Disposición de los cables en un tranvía de doble tracción. ....	16
Figura 10. Sistema GMD, Línea Roja, La Paz, Bolivia. ....	17
Figura 11. Teleférico GBD, Ngong Ping Cable Car, Isla Lantau, Hong Kong. ....	18
Figura 12. Sistema GTD, Koblenz Rheinseilbahn, Coblenza, Alemania.....	19
Figura 13. Telemix, Geils-Hahnenmoos, Adelboden, Suiza. ....	20
Figura 14. Teleférico de grupo en Québec.....	20
Figura 15. Transporte urbano aéreo por cables alrededor del mundo.....	27
Figura 16. Vías principales de Ruta del Teleférico, República Checa. ....	29
Figura 17. Motor principal de accionamiento DirectDrive. ....	29
Figura 18. a) Funitel con dos brazos para el sistema de sujeción; b) Funitel con una estructura tipo plataforma sobre el techo para el sistema de sujeción; c) Telecabina con un brazo en el techo para la sujeción.....	33
Figura 19. Mordazas desembagables. ....	34
Figura 20. Esquema de un cable utilizado para transporte por teleféricos. ....	35
Figura 21. Tren de poleas instalado en torre de teleférico.....	36
Figura 22. Tren de 12 poleas a tracción.....	37
Figura 23. Representación de las cargas en tren de polea a tracción. ....	37
Figura 24. Trenes de 12 poleas a compresión. ....	38
Figura 25. Representación de las cargas en tren de poleas a compresión. ....	38
Figura 26. Trenes de poleas a tracción-compresión.....	39
Figura 27. Torres cilíndricas del sistema Yenimahalle, Turquía. ....	41
Figura 28. a) Elemento pendular; b) Elemento rígido; c) Elemento flexible. ....	42
Figura 29. Trabajos de excavación y cimentación para pizona, Bolivia. ....	46
Figura 30. Ubicación general de la línea Ofelia-Roldós.....	47
Figura 31. Esquema de los módulos de las línea recta. ....	57
Figura 32. Esquema de los módulos de cadencia.....	58

Figura 33. Organigrama para la construcción de la línea Ofelia-Roldos.....	86
Figura 34. Costos del sistema electromecánico. ....	108

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de varios sistemas emblemáticos. ....	28
Tabla 2. Características generales de la línea Roldós- Ofelia. ....	48
Tabla 3. Características de desempeño de la línea Ofelia-Roldós. ....	48
Tabla 4. Datos técnicos de las Pilonas para la línea Ofelia Roldós. ....	54
Tabla 5. Asignación del tipo de tren de poleas para las 28 pilonas. ....	55
Tabla 5. Asignación del tipo de tren de poleas para las 28 pilonas(continuacion). ....	56
Tabla 6. Resumen de asignación de los trenes de poleas. ....	56
Tabla 7. Tipología de las vías principales, línea recta. ....	56
Tabla 8. Tipología de las vías principales, cadencia. ....	57
Tabla 9. Especificaciones del cable portador-tractor. ....	59
Tabla 10. Conjuntos polea-tractor-motriz. ....	64
Tabla 11. Conjuntos de las vías principales. ....	66
Tabla 12. Longitud y entradas mínimas para el empalme del cable. ....	78
Tabla 13. Listado de equipos y herramientas. ....	81
Tabla 13. Listado de equipos y herramientas(continuacion). ....	82
Tabla 14.. Listado de materiales. ....	82
Tabla 14. Listado de materiales. (continuación). ....	83
Tabla 14. Listado de materiales. (continuación). ....	84
Tabla 15. Salarios del personal principal. ....	88
Tabla 16. Salarios del personal auxiliar y administrativo asignado al proyecto. ....	89
Tabla 17. Costos de equipos complementarios, movilización complementaria, garantías, comunicación, misceláneos. ....	90
Tabla 18. Resumen de costos indirectos. ....	91
Tabla 19. Tabla tipo para la elaboración de los APUs del proyecto. ....	92
Tabla 20. Tabla resumen de tarifas de profesionales nivel 3. ....	95
Tabla 21. Tabla resumen de tarifas de profesionales nivel 3. ....	96
Tabla 22. Valor agregado ecuatoriano. ....	97
Tabla 22. Valor agregado ecuatoriano. (continuación). ....	98
Tabla 22. Valor agregado ecuatoriano. (continuación). ....	99
Tabla 22. Valor agregado ecuatoriano. (continuación). ....	100
Tabla 23. Presupuesto de los trenes de poleas. ....	103
Tabla 24. Presupuesto del sistema de desvío del cable tractor – motriz. ....	104
Tabla 25. Presupuesto del sistema volante. ....	104
Tabla 26. Presupuesto de las vías principales. ....	105

Tabla 27. Presupuesto de los vehículos.....	105
Tabla 28. Presupuesto de los cables. ....	106
Tabla 29. Presupuesto del sistema motriz principal. ....	106
Tabla 30. Presupuesto de los sistemas emergentes. ....	106
Tabla 31. Presupuesto de los sistemas tensores. ....	107
Tabla 32. Resumen del presupuesto del sistema electromecánico del proyecto.....	107
Tabla 33. Resumen del presupuesto del sistema electromecánico del proyecto.....	107
Tabla I.1. Costo suministro tren de 8 poleas a compresión y 8 a tracción D=420/550....	118
Tabla I.2. Costo ensamble y montaje tren de 8 poleas a compresión y 8 a tracción D=420/550. ....	119
Tabla I.3. Costo suministro tren de 12 poleas a tracción D=550. ....	120
Tabla I.4. Costo ensamble y montaje tren de 12 poleas a tracción D=550. ....	121
Tabla I.5. Costo suministro tren de 12 poleas a compresión D=42. ....	122
Tabla I.6. Costo ensamble y montaje tren de 12 poleas a compresión d=420.....	123
Tabla I.7. Costo suministro tren de 10 poleas a tracción D=550. ....	124
Tabla I.8. Costo ensamble y montaje tren de 10 poleas a tracción d=550. ....	125
Tabla I.9. Costo suministro tren de 10 poleas a compresión D=420. ....	126
Tabla I.10. Costo ensamble y montaje tren de 10 poleas a compresión D=420. ....	127
Tabla I.11. Costo suministro tren de 8 poleas a tracción D=550. ....	128
Tabla I.12. Costo ensamble y montaje tren de 8 poleas a tracción D=550. ....	129
Tabla I.13. Costo suministro tren de 6 poleas a tracción D=550. ....	130
Tabla I.14. Costo ensamble y montaje tren de 6 poleas a tracción D=550. ....	131
Tabla I.15. Costo suministro tren de 4 poleas a tracción D=550. ....	132
Tabla I.16. Costo ensamble y montaje tren de 4 poleas a tracción D=550. ....	133
Tabla I.17. Costo calibración y puesta a punto de trenes de poleas.....	134
Tabla II.1. Costo suministro conjunto polea-tractor-motriz. ....	135
Tabla II.2. Costo de suministro conjunto polea-tractor. ....	136
Tabla II.3. Costo suministro conjunto polea horizontal (PH). ....	137
Tabla II.4. Costo suministro conjunto 3 polea horizontal (PH3). ....	138
Tabla II.5. Costo suministro conjunto 4 polea horizontal (PH4). ....	139
Tabla II.6. Costo ensamble y montaje sistema de desvío de cable, estaciones de retorno. ....	140
Tabla II.7. Costo ensamble y montaje de sistema de desvío de cable, estación motriz..	141
Tabla II.8. Costo ensamble y montaje de sistema de desvío de cable, estación intermedia. ....	142
Tabla III.1. Costo suministro volante doble (VD). ....	143

Tabla III.2. Costo suministro volante simple (VS).....	144
Tabla III.3. Costo ensamble y montaje volante doble (VD).....	145
Tabla III.4. Costo ensamble y montaje volante simple (VS). ....	146
Tabla IV.1. Costo suministro conjunto módulo recto 1 (MR1).....	147
Tabla IV.2. Costo suministro conjunto módulo recto 2 (MR2).....	148
Tabla IV.3. Costo suministro conjunto módulo curvo MC1. ....	149
Tabla IV.4. Costo suministro conjunto módulo curvo MC2. ....	150
Tabla IV.5. Costo suministro conjunto módulo curvo MC3. ....	151
Tabla IV.6.. Costo suministro conjunto módulo curvo MC4. ....	152
Tabla IV.7. Costo suministro conjunto módulo curvo MC5. ....	153
Tabla IV.8. Costo suministro de soportes vías principales, estación motriz.....	154
Tabla IV.9. Costo suministro de soportes vías principales, estaciones de retorno. ....	155
Tabla IV.10. Costo suministro de soportes vías principales, estación intermedia.....	156
Tabla IV.11. Costo ensamble y montaje de vías principales, estaciones de retorno. ....	157
Tabla IV.12. Costo ensamble y montaje de vías principales, estación motriz.....	158
Tabla IV.13. Costo ensamble y montaje de vías principales, estación intermedia.....	159
Tabla V.1. Costo suministro pinza.....	160
Tabla V.2. Costo suministro sistema de suspensión. ....	161
Tabla V.3. Costo suministro cabina.....	162
Tabla V.4. Costos suministro de cabina de mantenimiento.....	163
Tabla V.5. Costo ensamble y montaje vehículo. ....	164
Tabla VI.1. Costo cable portador-tractor. ....	165
Tabla VI.2. Costos tendido cable piloto. ....	166
Tabla VI.3. Costos tendido del cable portador-tractor. ....	167
Tabla VI.4. Costos empalme del cable portador-tractor. ....	168
Tabla VII.1. Costo motor principal. ....	169
Tabla VII.2. Costo variador de velocidad.....	170
Tabla VII.3. Costos reductor de velocidad.....	171
Tabla VII.4. Costo sistema de lubricación del reductor.....	172
Tabla VII.5. Costos sistema de refrigeración del reductor, ventilador y radiador. ....	173
Tabla VII.6. Costo freno electromagnético .....	174
Tabla VIII.1. Costo motor de apertura de riel. ....	175
Tabla VIII.2. Costo central hidráulica de freno.....	176
Tabla VIII.3. Costo variador de velocidad emergente.....	177
Tabla VIII.4.. Costo motor de cadenciador. ....	178
Tabla VIII.5. Costo motor secundario. ....	179

Tabla VIII.6. Costo freno hidráulico. ....	180
Tabla VIII.7. Costo subsistema de arrastre de vehículos en garaje. ....	181
Tabla IX.1. Costos central hidráulica de control de pistón. ....	182
Tabla IX.2. Costos del actuador hidráulico. ....	183



## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I. Análisis de precios unitarios de los trenes de poleas o balancines de torres.	118
ANEXO II. Análisis de precios unitarios del Sistema desvió de cable tractor-motriz.....	135
ANEXO III. Análisis de precios unitarios del sistema volante .....	143
ANEXO IV. Análisis de precios unitarios de las vías principales .....	147
ANEXO V. Análisis de precios unitarios de los vehículos.....	160
ANEXO VI. Análisis de precios unitarios de los cables .....	165
ANEXO VII. Análisis de precios unitarios del sistema motriz principal .....	169
ANEXO VIII. Análisis de precios unitarios de los sistemas emergentes .....	175
ANEXO IX. Análisis de precios unitarios de los sistemas tensores .....	182
ANEXO X. Estructura ocupacional y porcentajes de incremento para la remuneración mínima sectorial. Comisión sectorial No. 14 “Construcción” .....	184
ANEXO XI. Cronograma estimado para del proceso de montaje, ensamblaje y puesta a punto del sistema de transporte por cables de la ciudad de Quito, línea Ofelia-Roldós .	187
ANEXO XII. Costos iniciales estimados del “Estudio preliminar para la implementación de tres líneas de transporte por cable en barrios altos del Distrito Metropolitano de Quito”	188

# SIMBOLOGÍA

## SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS

<b>TP</b>	<b>Trenes de poleas o balancines de torres</b>
TP - 001	Suministro tren de 8 poleas a compresión y 8 a tracción d=420/550
TP - 002	Ensamble y montaje tren de 8 poleas a compresión y 8 a tracción d=420/550
TP - 003	Suministro tren de 12 poleas a tracción d=550
TP - 004	Ensamble y montaje tren de 12 poleas a tracción d=550
TP - 005	Suministro tren de 12 poleas a compresión d=420
TP - 006	Ensamble y montaje tren de 12 poleas a compresión d=420
TP - 007	Suministro tren de 10 poleas a tracción d=550
TP - 008	Ensamble y montaje tren de 10 poleas a tracción d=550
TP - 009	Suministro tren de 10 poleas a compresión d=420
TP - 010	Ensamble y montaje tren de 10 poleas a compresión d=420
TP - 011	Suministro tren de 8 poleas a tracción d=550
TP - 012	Ensamble y montaje tren de 8 poleas a tracción d=550
TP - 013	Suministro tren de 6 poleas a tracción d=550
TP - 014	Ensamble y montaje tren de 6 poleas a tracción d=550
TP - 015	Suministro tren de 4 poleas a tracción d=550
TP - 016	Ensamble y montaje tren de 4 poleas a tracción d=550
TP - 017	Calibración y puesta en marcha de trenes de poleas
<b>SDC</b>	<b>Sistema desvío de cable tractor - motriz</b>
SDC - 001	Suministro conjunto polea tractor motriz (PTM)
SDC - 002	Suministro conjunto polea tractor (pt)
SDC - 003	Suministro conjunto polea horizontal (ph)
SDC - 004	Suministro conjunto 3 polea horizontal (ph3)
SDC - 005	Suministro conjunto 4 polea horizontal (ph4)
SDC - 006	Ensamble y montaje de sistema de desvío de cable/ estaciones de retorno
SDC - 007	Ensamble y montaje de sistema de desvío de cable/ estación motriz
SDC - 008	Ensamble y montaje de sistema de desvío de cable/ estación intermedia
<b>SV</b>	<b>Sistema volante</b>
SV - 001	Suministro volante doble (vd)
SV - 002	Suministro volante simple (vs)
SV - 003	Ensamble y montaje volante doble (vd)
SV - 004	Ensamble y montaje volante simple (vs)
<b>VP</b>	<b>Vías principales</b>
VP - 001	Suministro conjunto módulo recto 1 (mr1)
VP - 002	Suministro conjunto módulo recto 2 (mr2)
VP - 003	Suministro conjunto módulo curvo mc1
VP - 004	Suministro conjunto módulo curvo mc2
VP - 005	Suministro conjunto módulo curvo mc3
VP - 006	Suministro conjunto módulo curvo mc4
VP - 007	Suministro conjunto módulo curvo mc5
VP - 008	Suministro de soportes vías principales/estación motriz

VP - 009	Suministro de soportes vías principales/ estaciones de retorno
VP - 010	Suministro de soportes vías principales/estación intermedia
VP - 011	Ensamble y montaje de vías principales/ estaciones de retorno
VP - 012	Ensamble y montaje de vías principales/ estación motriz
VP - 013	Ensamble y montaje de vías principales/estación intermedia
<b>VH</b>	<b>Vehículos</b>
VH - 001	Suministro pinza
VH - 002	Suministro sistema de suspensión
VH - 003	Suministro cabina
VH - 004	Suministro cabina de mantenimiento
VH - 005	Ensamble y montaje vehículo
<b>CA</b>	<b>Cables</b>
CA - 001	Cable portador - tractor
CA - 002	Tendido cable piloto
CA - 003	Tendido del cable portador - tractor
CA - 004	Empalme del cable portador-tractor
<b>SMP</b>	<b>Sistema motriz principal</b>
SMP - 001	Motor principal
SMP - 002	Variador de velocidad
SMP - 003	Reductor de velocidad
SMP - 004	Sistema de lubricación del reductor
SMP - 005	Sistema de refrigeración del reductor, ventilador y radiador
SMP - 006	Freno electromagnético
<b>SE</b>	<b>Sistemas emergentes</b>
SE - 001	Motor de apertura de riel
SE - 002	Central hidráulica de freno
SE - 003	Variador de velocidad emergente
SE - 004	Motor de cadenciador
SE - 005	Motor secundario
SE - 006	Freno hidráulico
SE - 007	Subsistema de arrastre de vehículos en garaje
<b>ST</b>	<b>Sistemas tensores</b>
ST - 001	Central hidráulica de control de pistón
ST - 002	Actuador hidráulico

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es optimizar la ingeniería de costos del proceso de montaje, ensamblaje y puesta a punto del sistema de transporte por cables de la ciudad de Quito, línea Ofelia-Roldós. Para lo cual se entrega una descripción de los sistemas de transporte por cable y su relación con el transporte urbano, clasificaciones, usos, subsistemas constituyentes, y todos aquellos conceptos necesarios para conocer el estado del arte de los teleféricos. Para esto, es necesario realizar una descripción más detallada de los sistemas electromecánicos que se verán involucrados en este proyecto urbanístico capitalino, trenes de poleas, vías principales, cabinas, cables, sistema motriz, volante, detallando cantidades, normas, especificaciones y demás aspectos técnicos del proyecto. También es necesario describir los procesos de montaje y ensamblaje involucrados en el proyecto, actividades, control, calidad, orden, traslado, pre-ensamble, procedimientos, montaje, alineamiento, puesta a punto, equipos, y personal. Una vez establecidos los procesos involucrados, se realiza el análisis de costos del proyecto de transporte por teleféricos objeto de este estudio, en donde se analizan los costos directos, indirectos, precios unitarios y valor agregado, obteniendo las tablas con los APUS para cada elemento que intervendrá en este proyecto de construcción. Al final, se presentan las conclusiones y recomendaciones en base a todo lo expuesto en este estudio.

**Palabras Clave:** APUS, costos, ensamblaje, montaje, optimización, teleférico

## ABSTRACT

The objective of this work is to optimize the assembly, mounting processes and fine tuning costs of the Cable Transport System Quito Cables. That's why urban Aerial Ropeway Transit classification, uses, subsystems, and all necessary concepts to understand the state of art are presented. For this, it is necessary to present more specific details about all electromechanical systems taking part in this urban project, pulleys, main roads, cabins, cables, driving system, wheels; detailing quantities, standards, and other technical aspects of the project. It is also necessary to describe all assembly and mounting processes involved in the project, tasks, control, quality, sequences, transport, pre-assembly, procedures, mounting, alignment, fine tuning, equipment, and personnel. Once these processes have been identified, it is necessary to analyze the cost of the urban project studied in this document, direct and indirect costs, unit prices, and added value. This information is used to present the estimated budget for the project, as well as the construction schedule. There is also a final analysis of the obtained results. Finally, conclusions and recommendations based on this study are presented.

**Keywords:** Aerial ropeway transit, APUS, assembly, costs, mounting, optimization

# **OPTIMIZACIÓN DE LA INGENIERÍA DE COSTOS DEL PROCESO DE MONTAJE, ENSAMBLAJE Y PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR CABLES DE LA CIUDAD DE QUITO, LÍNEA OFELIA-ROLDÓS**

## **INTRODUCCIÓN**

### **Objetivo general**

Optimizar la Ingeniería de Costos del proceso de montaje, ensamblaje y puesta a punto del Sistema de Transporte por Cables de la ciudad de Quito, línea Ofelia-Roldós.

### **Objetivos específicos**

- Identificar todas las ingenierías que intervendrán en la construcción del proyecto.
- Realizar un desglose de los elementos electromecánicos que forman parte de un sistema de transporte por cable.
- Realizar el análisis de precios unitarios para el montaje, ensamblaje y puesta a punto para el proyecto de transporte Quito Cables de la línea norte Ofelia Roldós
- Realizar la consolidación de la información obtenida.
- Determinar el tiempo de realización del proyecto y el costo asociado a este con el cronograma de obra.

### **Alcances**

- Se recolectará información como tiempos de trabajo, consumos y rendimientos, respecto a la construcción de otros proyectos de similares magnitudes y características en general.
- Se elaborarán las respectivas hojas de cálculo y tablas dinámicas para facilitar el trabajo de cálculo de los costos en computadora.
- Se determinarán los rubros involucrados en el sistema electromecánico, comprados, servicios prestados, manufacturados, operaciones de montaje, con los que se realizará el análisis de costos respectivo.
- Se realizará un análisis final del proyecto en base a la información recolectada y los resultados obtenidos para establecer las conclusiones y recomendaciones respectivas.

### **Justificación teórica**

Se investigará sobre este tema el estado actual del transporte por cable aéreo, haciendo énfasis en la identificación de los subsistemas constituyentes de estos sistemas de

transporte. También se investigará sobre los conceptos y definiciones de la ingeniería de costos, haciendo énfasis en la identificación de las ingeniería involucradas en este proyecto, y de los elementos, describiendo si estos serán comprados, manufacturados o servicios prestados. Así, se consolidará la información obtenida de la primera parte en cuanto a subsistemas de transporte con los costos que la construcción de los mismos representa.

### **Justificación metodológica**

Se realizará un estudio de costos del proyecto, detallando los costos unitarios, cantidades y costos totales, así como los costos indirectos del proyecto. Se determinarán los procesos de montaje y suministro, para así poder obtener un valor final del precio total del proyecto.

### **Justificación práctica**

Con esta tesis se pretende contribuir a la adecuada planeación de la inversión para el proyecto, enfocándose en la línea Ofelia-Roldós. Sumándose a todo el trabajo previamente realizado, este proyecto de titulación ayudará a evitar la salida de divisas por importación, al mismo tiempo que dinamizará la industria y la economía nacional.

# CAPÍTULO 1

## 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 1.1. Transporte por cables

A continuación, se hará una revisión de varios aspectos importantes del transporte por cables, con especial atención a los sistemas teleféricos, antes de relacionar los teleféricos y el transporte urbano.

El transporte por cables es aquel que utiliza la tensión de cables de acero como base para el transporte de cabinas, sillas y vehículos en general, en los cuales se ubican personas, animales o cosas a ser transportados. Este medio de transporte es utilizado en ubicaciones cuya orografía es extremadamente compleja, como ríos y zonas montañosas, donde existen cañones, gargantas, barrancos y desniveles muy pronunciados. En dichas condiciones, éste puede ser el único medio apto para superar tales inconvenientes (Orro, Novales, & Rodríguez, 2003).

Éste es un medio de transporte con una antigüedad de alrededor de 500 años. En sus inicios se utilizaba principalmente para el transporte de materiales, como por ejemplo (Orro et al., 2003): materiales de construcción, materiales mineros, víveres de consumo, e inclusive animales.



Figura 1. a) Funicular en Hastings, Inglaterra; b) T-bar en Are (Suecia).

Fuente: («Funicular», s. f.); («Telesquí», s. f.)

Existe una amplia variedad de formas de transporte por cables. Sin embargo, todos estos tipos están incluidos en tres<sup>1</sup> grandes grupos que son (Orro et al., 2003; RAE, 2015b): los

---

<sup>1</sup> Podría utilizarse otra división más general, la cual agrupa a todos los sistemas por cable en dos grupos, que son: de soporte superior (telesquíes y teleféricos) y de soporte inferior (funiculares); como lo sugieren en The Gondola Project (Dale, 2015e). Sin embargo se ha decidido dejar esta



sistemas funiculares, los cuales se apoyan en tierra sobre rieles o guías que funcionan como caminos fijos por los cuales se desplazan, como se muestra en la Figura 1; los sistemas telesquíes, los cuales son sistemas de arrastre pues los esquiadores se sujetan a soportes suspendidos de los cables mientras son arrastrados sobre sus esquíes (Ver figura); y, por último, los sistemas teleféricos.

Tanto los funiculares como los telesquíes cuentan con una amplia variedad de subgrupos o clasificaciones, pero estas no son relevantes para este documento. Por otra parte, ya que los teleféricos representan un tema central para este estudio, el desarrollo de dicho tema se hará de manera más amplia y detallada en esta sección.

## **1.2. Teleféricos**

Se llama teleférico a todo sistema de transporte por cables cuyos vehículos son desplazados por cables mientras van suspendidos en el aire (Orro et al., 2003), de manera general, transporte por cable aéreo. Estos sistemas son comúnmente utilizados para superar grandes diferencias de altitud (RAE, 2015a). Este es el grupo más grande de medios de transporte por cables y, a su vez, se divide en una amplia variedad de clasificaciones o subgrupos, los cuales serán tratados en este documento.

### **1.2.1. Funcionamiento**

El funcionamiento de estos sistemas de transporte por cable tiene varios aspectos que merecen análisis y explicación<sup>2</sup>. Sin embargo, se podría decir, brevemente, que los aspectos más importantes de su funcionamiento son aquellos que influyen directamente en su movimiento.

El primer aspecto de estos es el origen del movimiento, el cual se realiza por medio de motores eléctricos. De manera general, el movimiento de los sistemas teleféricos se realiza por medio de la transmisión de torque desde un motor eléctrico montado en las estaciones de control que pueden estar en las mismas estaciones de embarque y desembarque. No se da el caso de que el motor sea ubicado en los mismos vehículos de transporte, con ciertas excepciones, por lo cual el personal requerido para la operación de los teleféricos es bajo en su número, que se limita al personal de las estaciones.

---

clasificación para poder tratar el tema de los teleféricos sin necesidad de entrar en mayor detalle a los telesquíes.

<sup>2</sup> Podrían mencionarse aspectos de tipo constructivo como materiales, dimensionamiento, cimentación; así como aspectos de tipo comercial como estética, lo cual implicaría forma de las cabinas, número de líneas y forma de las rutas. No obstante, estos puntos serán detallados más adelante al tratar las partes constituyentes de los teleféricos.

En segundo lugar, está la acción realizada por los cables, para lo cual es necesario diferenciar las dos acciones principales que distinguen a este de otros medios de transporte por cable: tracción y soporte; lo cual, necesariamente, lleva a la definición de los principales tipos de cables utilizados en los teleféricos:

#### **1.2.1.1. Cable tractor**

El cable tractor cumple la función de transmitir la tensión o fuerza de tracción para el desplazamiento de la cabina. También, se llama cable de tracción (Orro et al., 2003).

#### **1.2.1.2. Cable portante**

El cable portante es el encargado de soportar la carga de la cabina y servir de vía de circulación, simultáneamente. Se lo conoce también como cable carril, de soporte o portador (Orro et al., 2003). La función que cumple este cable es la que diferencia a éste de otros medios de transporte por cable.

#### **1.2.1.3. Cable transportador**

Este cable cumple las dos funciones anteriores, de cable tractor y de cable portante. Es decir, “soporta la carga y transmite la fuerza para el movimiento” (Orro et al., 2003). Se lo conoce también como cable portador-tractor.

### **1.3. Clasificación de los sistemas teleféricos**

Para establecer las clasificaciones de estos sistemas es necesario tener en cuenta que existe una amplia variedad de criterios<sup>3</sup>, por lo cual, para la elaboración de este documento, se ha considerado a distintos autores<sup>4</sup>. De esta manera, se realizará un resumen detallado con el propósito de obtener la información necesaria que permita identificar cuál de estos tipos de teleféricos será el más adaptable o viable para su uso como medio de transporte urbano masivo. A continuación, se exponen los criterios y sus respectivas clasificaciones:

---

<sup>3</sup> En este documento se cubren algunos sistemas teleféricos, considerados importantes, con el fin de tener una profundización de cómo es tratado el tema y su terminología. Además, el objetivo principal es poder realizar una comparación de sistemas, de tal manera que se pueda decidir qué sistema se adecuaría mejor al transporte urbano masivo, como ya se ha explicado. Esto sirve para determinar cuáles serían los elementos necesarios en su construcción en la ciudad de Quito. Con esto dicho, este documento no pretende ser una guía completa de todos los sistemas teleféricos existentes en el mundo, mucho menos de todos los sistemas de transporte por cable.

<sup>4</sup> Autores a tener en cuenta: (Armijos & Ramírez, 2009; Doppelmayer, 2015c; Leitner, 2015c; Loayza & Zapata, 2012; Orro et al., 2003; Ponce & Ponce, 2013)

### **1.3.1. Según el tipo y número de cables**

#### **1.3.1.1. Monocables**

Estos teleféricos utilizan, exclusivamente, el cable de tipo transportador, el cual se encarga de trasladar el vehículo, al mismo tiempo que soporta su carga (Orro et al., 2003). Los puede haber de un solo cable transportador, cable único, o de varios, pero siempre serán cables transportadores.

#### **1.3.1.2. Bicables**

El prefijo “bi” indica la presencia de dos tipos diferentes de cables. Es decir, el vehículo utiliza un cable tractor para ser propulsado, además de un cable portante para el soporte de la carga, sobre el cual ruedan los vehículos por medio de sus carretones (Orro et al., 2003).

#### **1.3.1.3. Tricables<sup>5</sup>**

Son conocidos como tricable por contar con tres cables, dos portantes para el soporte de la carga y uno tractor para el movimiento (Doppelmayer, 2015c; Leitner, 2015c).

#### **1.3.1.4. Multicables**

Son sistemas “dotados de uno o varios cables carril, que sirven como soporte y guía, y de uno o varios cables tractores” (Armijos & Ramírez, 2009). Serán sistemas multicables todos aquellos que no sean llamados monocables, bicables o tricables.

#### **1.3.1.5. Vehículos automotores**

Estos sistemas teleféricos se caracterizan por contar únicamente con cables portantes. Este sistema presenta una seria desventaja al limitarse a pendientes pequeñas. El movimiento no se da por la tensión de un cable tractor, sino por fricción con el cable carril por medio de motores en los mismos vehículos; es decir, sus vehículos son autopropulsados, permitiendo simplicidad de los equipos en las estaciones (Orro et al., 2003). Estos sistemas no son comunes.

---

<sup>5</sup> Técnicamente, este es un tipo de teleférico bicable, pues cuenta con ambos tipos de cables, tractor y portante. Sin embargo, ya que se han hecho populares ciertos sistemas con estas características, se le asigna una categoría por separado.

### **1.3.2. Según la dirección del movimiento**

#### **1.3.2.1. Movimiento reversible o de vaivén**

Se llaman así a los teleféricos que presentan inversiones cíclicas en su movimiento, es decir, los vehículos pueden moverse hacia “adelante” y hacia “atrás” sobre una misma línea<sup>6</sup>. Se pueden tener teleféricos “to-and-fro”, cuando existe una sola línea; o, teleféricos “jig-back”, cuando existen dos vehículos en dos líneas paralelas (Orro et al., 2003).

Como ventaja de estos sistemas, se tiene que tanto el equipamiento en las estaciones como la suspensión de los vehículos no es muy compleja. Mientras que, como desventajas, se tiene que estos teleféricos van perdiendo capacidad de carga a medida que aumenta la longitud de la línea; además, los vehículos deben detenerse totalmente en la inversión del movimiento (Orro et al., 2003).

#### **1.3.2.2. Movimiento unidireccional o circulante**

Este movimiento se da de tal manera que el vehículo conserva su sentido durante todo el recorrido, es decir, se mueve hacia adelante, tanto de ida como de regreso (Orro et al., 2003).

Respecto a los cables, dentro de este grupo se pueden tener: de movimiento continuo, cuando la velocidad del cable es constante; y, de movimiento intermitente o pulsado, si la velocidad del cable varía, ya sea que se detenga totalmente (intermitente) o que se reduzca (periódico) cuando el vehículo llega a las estaciones para recoger pasajeros (Orro et al., 2003).

### **1.3.3. Según el tipo de vehículo**

#### **1.3.3.1. Vehículos**

La palabra “vehículo” es el término más general para referirse al espacio ocupado por los pasajeros o las mercancías a transportar en los medios de transporte por cable. La característica de los vehículos de transporte por cable más destacable es que el pasajero no participa de manera activa en el proceso de transporte, su única participación está en el embarque y desembarque (Orro et al., 2003). Entonces, el término se aplica tanto para funiculares como para teleféricos, mas no para telesquíes, donde el usuario debe sujetarse de la percha por sus propios medios al mismo tiempo que sujeta su equipo (Orro et al., 2003; Puente, 2013).

---

<sup>6</sup> La Línea es la trayectoria que sigue el teleférico y que está constituida por los cables, ya sean de tracción, soporte o transportadores.

### 1.3.3.2. Cabinas

De manera general, se llama cabinas a todos los vehículos utilizados en los sistemas de transporte por teleféricos. Estos, en su mayoría, son cerrados; sin embargo, los puede haber abiertos (Orro et al., 2003).

A más de esto, se entenderá como cabina a cualquier vehículo de sistemas teleféricos que no entre en las descripciones mostradas a continuación.

### 1.3.3.3. Góndolas<sup>7</sup>

Se conocen como góndolas a los teleféricos de vehículos cerrados, los cuales ofrecen protección contra condiciones climáticas adversas (Orro et al., 2003). Pueden contar con adecuaciones como enganches para bicicletas, como se aprecia en la Figura 2, esquíes o equipaje, gracias a lo cual son más cómodas<sup>8</sup>.



Figura 2. Telecabina con adaptaciones para bicicletas en Quito, Ecuador.  
Fuente: (Livewellecuador, 2012)

### 1.3.3.4. Canastas

Se llama telebén a los teleféricos cuyos vehículos son canastas o cestas, donde los usuarios viajarán de pie (Orro et al., 2003), ver en la Figura 3.

---

<sup>7</sup> Existe cierta confusión en el uso de términos como telecabina, cabina y góndola. En general, se suele llamar cabina a todo vehículo en los sistemas teleféricos. Sin embargo, es más común llamar cabinas a vehículos cerrados. Así mismo, casi exclusivamente, la palabra telecabina se utiliza para referirse a vehículos cerrados. Las telecabinas suelen diferenciarse no por características propias del tipo de cabina, sino por características constructivas, las cuales implican clasificaciones expuestas más adelante. Por último, la palabra góndola es usada como sinónimo de telecabina, siendo incluso utilizada la palabra “gondola” como la traducción de la palabra telecabina al inglés.

<sup>8</sup> Un ejemplo de estas adecuaciones puede ser visto en el teleférico turístico de la ciudad de Quito, TelefériQo, como se puede apreciar en la Figura 2



Figura 3. Telebén utilizado para transportar deportistas de invierno.

Fuente: («LM Teleben wmp», 2013)

Algunas de sus características son las siguientes (Armijos & Ramírez, 2009; Loayza & Zapata, 2012; Orro et al., 2003; Ponce & Ponce, 2013): su movimiento es unidireccional; son diseñadas para recorrer distancias cortas; no se emplean sillas, esto debido a que restarían espacio.

#### 1.3.3.5. Sillas

A estos teleféricos se los conoce como telesillas puesto que sus vehículos son silla, como se muestra en la Figura 4. Son generalmente utilizadas con fines deportivos (Orro et al., 2003).



Figura 4. Telesilla en Hunter Mountain.

Fuente: («Chairlift», s. f.)

Algunas de sus características son las siguientes (Armijos & Ramírez, 2009; Loayza & Zapata, 2012; Orro et al., 2003; Ponce & Ponce, 2013): su movimiento es unidireccional; su movimiento se realiza a velocidades muy bajas, esto con el fin de facilitar el embarque y desembarque de pasajeros; son de cable único, monocables.

### **1.3.4. Según el tipo de sujeción**

En esta sección se explicará cómo está unido el vehículo al cable, ya sea tractor, portante o transportador. Lo cual tiene su importancia debido a que esto influye en la complejidad de las instalaciones de los sistemas, de los puestos de control y de las estaciones de embarque y desembarque.

Además de las estructuras que constituyen el sistema de sujeción, en esta clasificación importa el mecanismo de unión al cable, es decir, el elemento de acoplamiento. Existen dos tipos de sujeción, los cuales son:

#### **1.3.4.1. Permanente o de pinza fija**

En estos sistemas, la unión se mantiene todo el tiempo durante la operación, nunca se sueltan, tanto en el movimiento sobre la línea como en su permanencia en las estaciones de embarque y desembarque; además, “la unión puede ser relocalizable o no” (Armijos & Ramírez, 2009; Orro et al., 2003).

En el caso de cables con movimiento unidireccional continuo, cuando la conexión sea permanente, la velocidad del teleférico es muy limitada; esto debido a que el embarque y desembarque se realizan con la cabina en marcha. Por otra parte, si el movimiento del cable es pulsado, la conexión siempre será permanente (Orro et al., 2003).

#### **1.3.4.2. Temporal o de pinza desembagable**

Estos sistemas se caracterizan porque la unión entre la cabina y el cable se suelta a la entrada de las estaciones, para facilitar el embarque y desembarque de pasajeros, mientras la cabina avanza sobre el piso por otros medios y a menores velocidades; y se vuelve a conectar cuando la cabina sale de las estaciones, de tal manera que la línea no se detiene (Orro et al., 2003; Ponce & Ponce, 2013).

La conexión puede ser directamente sobre el cable, conociéndose a este tipo como instalaciones de cierre automático; mientras que, cuando la conexión se hace sobre dispositivos permanentes fijos al cable, se llaman instalaciones de enganche automático (Orro et al., 2003).

### **1.3.5. Según la ubicación del puesto de mando**

#### **1.3.5.1. Telemando**

El puesto de mando en estos sistemas se ubica dentro del mismo vehículo, pudiendo contar con personal específico para la operación, o con los mismos viajeros como operadores (Orro et al., 2003).

### **1.3.5.2. Estaciones de control**

En este caso, el puesto de mando se ubica en las estaciones de control, las cuales pueden ser salas de máquinas o andenes (Orro et al., 2003).

### **1.3.6. Según la operación y grado de colaboración**

#### **1.3.6.1. Manual**

En estas instalaciones, la operación del movimiento de la cabina es controlada por el personal ubicado en las estaciones de control o en los mismos vehículos (Orro et al., 2003).

#### **1.3.6.2. Automático**

En estos sistemas teleféricos, ya sea dentro de la cabina o en las estaciones de control, la única función de los operadores es la de poner en marcha el sistema, es decir, el arranque del movimiento, sin otra intervención posterior (Orro et al., 2003).

#### **1.3.6.3. Colaboración activa del usuario<sup>9</sup>**

En este sentido, se entiende que el usuario deberá colaborar de manera activa en el proceso de transporte, es decir, su intervención es indispensable. Una instalación manual dentro del vehículo requerirá, por ejemplo, una participación activa. Una instalación automática, también, requerirá participación activa cuando el usuario deba sujetarse, o similares acciones; tal es el caso de los telesquíes y telesillas. No se considera colaboración activa al acto del subir o bajar del vehículo.

### **1.3.7. Según sus aplicaciones<sup>10</sup>**

#### **1.3.7.1. Transporte de materiales y mercancías**

El uso del transporte por cable para el transporte de materiales y mercancías puede verse como el origen del transporte por cable en sí. Cabe mencionar que, por ejemplo, las tarabitas son una forma de teleféricos primitivos, lo cual implica que el continuo avance de la tecnología hace que se dispongan de mejores y más eficientes métodos de transporte. Sin embargo, varias actividades utilizan de manera exclusiva este método debido a su simplicidad y relativo bajo coste. Como ejemplo de estas actividades se pueden mencionar

---

<sup>9</sup> Este grupo podría verse como una clasificación aparte, como es tratado en (Orro et al., 2003). Sin embargo, ya que guarda estrecha relación con el movimiento del sistema, se ha decidido incluirlo en esta sección.

<sup>10</sup> A más de proveer el conocimiento de que pueden existir diferentes objetos de transporte dentro del vehículo, esta clasificación tiene su importancia en el hecho de que las instalaciones deberán ser diferentes según la finalidad del transporte. Así, cada país debería contar con sus propias normas constructivas, las cuales diferencien los niveles de impacto, seguridad, capacidad, velocidad, frecuencia y cobertura de las instalaciones para cada caso en particular.



el transporte de materiales mineros; el transporte de mercancías de zonas bajas en los valles hacia las montañas y viceversa; el transporte de materia prima en la construcción de presas, complejos urbanísticos y demás, cuando estos se encuentran a diferentes alturas de la llegada de los materiales; el transporte de mercancías entre las terminales o puertos de sistemas de transportes diferentes (Orro et al., 2003).

#### **1.3.7.2. Transporte de personas con fines deportivos**

Los principales sistemas teleféricos utilizados con estos fines son los telesquíes y las telesillas, los cuales transportan a los esquiadores desde las zonas bajas y lugares de alojamiento hacia las partes de descenso en las zonas altas de las montañas (Orro et al., 2003).

#### **1.3.7.3. Transporte de personas con fines turísticos**

Este es el uso más extendido de los sistemas teleféricos<sup>11</sup>. Esto es debido a que, por sus características, los teleféricos ayudan a potenciar lugares turísticos de difícil acceso y/o tránsito (Orro et al., 2003). También, los usuarios pueden tener vistas panorámicas bastante amplias en los trayectos en que son transportados. Además, la instalación de un teleférico tiene un bajo impacto en cuanto al espacio que ocupa, pues, longitudinalmente, la mayor parte de la instalación se encuentra en el aire, sin afectar la fauna y flora local.

#### **1.3.7.4. Transporte privado de personas**

El transporte privado de personas puede darse en lugares de difícil tránsito, como en montañas nevadas y playas privadas dentro de grandes complejos turísticos; o también, para el transporte del personal de trabajo entre estaciones de trabajo dentro de un proyecto de construcción y cuando existen diferencias considerables de altura, evitando o reduciendo tiempos muertos de transporte (Orro et al., 2003).

#### **1.3.7.5. Transporte público urbano**

Bajo ciertas condiciones, el transporte por cables puede ser la única opción útil para establecer una línea de transporte urbano entre dos puntos, más comúnmente con funiculares. Sin embargo, el uso de teleféricos, que sí ha tenido alguna participación en este campo, está siendo utilizado con mayor intensidad en tiempos recientes. Algunos teleféricos monocables y bicables se utilizan para conectar parqueaderos con centros urbanos; mientras que, por medio de teleféricos de vaivén se pueden unir carreteras o vías

---

<sup>11</sup> A manera de ejemplo, los trabajos de titulación, ocupados como referencias para la elaboración de este documento, son trabajos concernientes al diseño de teleféricos turísticos en el Ecuador.

férreas en los valles de montañas con centros habitados en las partes altas (Orro et al., 2003).

Este último caso, pero a gran escala, es lo que se espera lograr con la construcción del Sistema Quito Cables. Es decir, la conexión de los centros habitados en las zonas altas de la ciudad de Quito con las carreteras de los centros urbanos en las zonas bajas. Por esta misma razón, el tema del transporte urbano por teleféricos es un tema central para este trabajo, y, por ello, será tratado con mayor detalle y amplitud en la sección 1.5.

### 1.3.8. Según el tipo de instalación<sup>12</sup>

#### 1.3.8.1. Telesillas

Estos sistemas ya fueron tratados en la sección 1.3.3.5.

#### 1.3.8.2. Tarabitas<sup>13</sup>



Figura 5. Tarabita en la vía Baños-Puyo.  
Fuente: (Vive Ecuador, 2015)

En este sistema, el vehículo de transporte es una canasta o canastilla metálica suspendida de un cable, como se observa en la Figura 5 cuyo movimiento se realiza aprovechando la gravedad como propulsora («Tarabita», s. f., «Tarabitas», s. f.). Esta última es su principal diferencia de otros medios de transporte por cable, en las cuales el movimiento generalmente se logra mediante el uso de motores, ya sea en las estaciones de control o en el mismo vehículo. Se podría ver a las tarabitas como un tipo de telebén primitivo.

---

<sup>12</sup> Esta clasificación reúne criterios antes mencionados, ya que las instalaciones existentes alrededor del mundo resultan de la combinación de diferentes tecnologías.

<sup>13</sup> La tarabita es en realidad un sistema teleférico primitivo, el cual es utilizado en regiones andinas de Colombia, Ecuador y Venezuela («Tarabita», s. f.). En el Ecuador, por ejemplo, en el cantón Baños, provincia de Tungurahua, son muy visitadas con fines turísticos las 9 tarabitas ubicadas sobre el río Pastaza («Tarabitas», s. f.).

### 1.3.8.3. Telecabinas, TC



Figura 6. Telecabina de 8 plazas en Aramón Panticosa.

En la fotografía se puede apreciar el cable transportador, siendo éste un sistema monocable.

Fuente: («Telecabina», s. f.)

Un nombre común, en español, que reciben algunos teleféricos monocables y bicables es el de telecabinas<sup>14</sup>, los cuales usan góndolas como vehículos de transporte. Algunas de sus características más comunes son las siguientes (Armijos & Ramírez, 2009; Loayza & Zapata, 2012; Orro et al., 2003; Ponce & Ponce, 2013): su movimiento es unidireccional o circulante; generalmente, son monocables de cable único, es decir, utilizan un solo cable transportador; también, pueden ser bicables, de cable tractor para el movimiento y cable portante para la suspensión; la unión al cable puede ser de uno o dos anillos; requieren de una estación adaptada para realizar el giro; su distancia al suelo suele ser pequeña, de unos 60 m; requieren torres de apoyo relativamente cercanas, es decir, de vanos cortos, con lo cual pueden cubrir grandes distancias; su capacidad es variable, de 4 a 12 pasajeros; normalmente, cuentan con asientos para los usuarios, aunque los pueden haber sin asientos; suelen ser circulares para presentar menor resistencia al viento; para el transporte de personas, la sujeción al cable puede ser permanente, con embarque y desembarque en la marcha; la sujeción puede ser temporal, aplicándose al transporte de pasajeros y mercancías, como se aprecia en la Figura 6.

---

<sup>14</sup> El término es de uso muy común, razón por la cual se ha tratado a esta como una clasificación independiente. Sin embargo, ya que frecuentemente es usado para referirse a sistemas GMD, explicados más adelante, en este documento se entenderá como telecabinas y sistemas GMD al mismo tipo de teleféricos.

#### 1.3.8.4. Funitel

Son similares a las telecabinas. Su principal diferencia es que, siendo monocables, no son de cable único, sino que utilizan dos cables transportadores; esta característica les entrega una muy elevada resistencia al viento, además de no requerir apoyos tan cercanos (Orro et al., 2003), como se aprecia en la Figura 7. Además de esto, tienen otras características como (Doppelmayr, 2015b): su capacidad es elevada, hasta 24 pasajeros; resisten vientos de hasta 100 kilómetros por hora.



Figura 7. Funitel en Squaw Valley.

Este es un sistema monocable, por lo cual, los cables que se aprecian en la fotografía son de un mismo tipo, transportadores.

Fuente: («Funitel», s. f.)

#### 1.3.8.5. Tranvía aéreo



Figura 8. Tranvía aéreo en Portland, Estados Unidos.

Fuente: (Dale, 2015b)

Los tranvías aéreos son teleféricos de vaivén, cuyos vehículos no toman el nombre de góndolas. Estos sistemas pueden ser multicables, en los cuales la tracción se lleva a cabo por un cable tractor, mientras que el soporte del vehículo lo realizan uno o varios cables portantes (Alshalalfah, Shalaby, & Othman, 2012). Son de los primeros sistemas que pueden considerarse verdaderos teleféricos (Dale, 2015b), por lo que son bastante

antiguos, y hasta anticuados. El cable tractor forma un lazo cerrado entre las estaciones terminales, en cuyos extremos se encuentran las dos cabinas de pasajeros, las cuales se encontrarán a la mitad del recorrido debido a que funcionan de manera sincronizada (Alshalalfah, Shalaby, & Othman, 2012), como se observa en la Figura 8. Tienen la más elevada capacidad por vehículo, pero tienen varios limitantes de carácter constructivo.

Sus características más importantes son (Alshalalfah, Shalaby, Dale, & Othman, 2012; Dale, 2010a; Orro et al., 2003): la capacidad puede ir desde las 20 personas y llegar hasta las 200 personas en el vehículo, lo cual es su característica más importante; alcanzan velocidades de 45 km/h; generalmente, estos sistemas cuentan con sólo 2 vehículos; tienen baja capacidad de transporte, 2000 personas por hora y por dirección, en comparación con los sistemas de góndolas; sus vanos son variables, dependiendo del medio en que van a ser construidos y la capacidad que se espera lograr; cubren distancias cortas en comparación con otros teleféricos; los tranvías aéreos tienen movimiento de vaivén, lo que da varias limitaciones en cuanto a su uso en el transporte urbano por razones constructivas y de capacidad; son sistemas de sujeción permanente; aunque su costo dependerá de muchas variables, generalmente, este tiene un valor de USD 10 a 30 millones por kilómetro.

#### 1.3.8.6. Tranvía aéreo de doble tracción

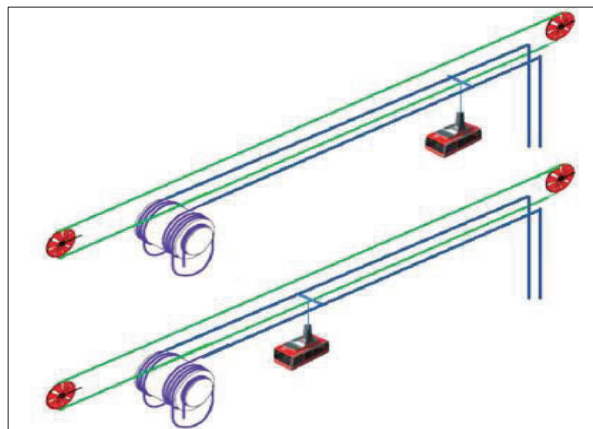


Figura 9.. Disposición de los cables en un tranvía de doble tracción.  
Fuente: (Alshalalfah, Shalaby, Dale, & Othman, 2013)

También llamados teleféricos funifor, estos sistemas son similares a los anteriores. Su diferencia está en la disposición del cable de tracción, lo cual es una innovación reciente que le brinda algunas mejoras, como se muestra en la Figura 9. En estos sistemas, existe un cable tractor individual e independiente para cada cabina, el cual forma su propio lazo cerrado (Alshalalfah, Shalaby, & Othman, 2012). Son teleféricos de vaivén.

Algunas de sus características son (Alshalalfah et al., 2013; Alshalalfah, Shalaby, & Othman, 2012): tienen una elevada estabilidad frente a vientos fuertes; cuentan con 2 cabinas de pasajeros; los vanos pueden ser mayores que en los tranvías normales; pueden ser adaptados de tranvías convencionales<sup>15</sup>, mejorando sus condiciones operativas para satisfacer variaciones en la demanda; su capacidad es de 110 personas por cabina; su velocidad está alrededor de los 27 km/h; son de sujeción permanente o pinza fija; su capacidad de transporte es de 2000 pphpd<sup>16</sup>.

#### 1.3.8.7. Góndola monocable desembragable, GMD/MDG<sup>17</sup>

Como su nombre lo indica, estos son teleféricos cuyos vehículos son góndolas, utilizan un cable transportador para su movimiento y soporte, y son de sujeción temporal o pinza desembragable, como se observa en la Figura 10. Al ser sistemas desembragables, estos pueden contar con estaciones intermedias, además de poder dar giros en las estaciones. Son los sistemas más comunes de góndolas desembragables por su bajo costo (Dale, 2015f).



Figura 10. Sistema GMD, Línea Roja, La Paz, Bolivia.  
Fuente: (Doppelmayer, 2015a)

A continuación, se presentan sus características más comunes (Alshalalfah, Shalaby, & Othman, 2012; Dale, 2015f; Doppelmayer, 2015a; Leitner, 2015a): pueden tener velocidades máximas de hasta 6 m/s, 22 km/h; son de movimiento circulante o unidireccional; su capacidad por cabinas va desde los 4 hasta los 15 pasajero, siendo 10 el número más común de usuarios por cabina; pueden transportar entre 2000 y 4500 pphpd; generalmente,

---

<sup>15</sup> Un ejemplo muy conocido es el Tranvía Aéreo de la Isla Roosevelt en Nueva York, el cual inició como una instalación de Tranvía Aéreo convencional, pero que, en el año 2010 fue objeto de una modernización, convirtiéndose en un sistema de doble tracción (Alshalalfah, Shalaby, & Othman, 2012).

<sup>16</sup> Personas por hora por dirección.

<sup>17</sup> MDG por su significado en inglés, Monocable Detachable Gondola

utilizan torres cilíndricas para su soporte; los vanos pueden ser de hasta 350 metros; pueden tener múltiples estaciones; dependiendo del largo de la línea, puede tener más de 100 cabinas; aunque su costo dependerá de muchas variables, generalmente, este tiene un valor de USD 5 a 20 millones por kilómetro.

#### **1.3.8.8. Góndola bicable desembragable, GBD/BDG<sup>18</sup>**

Son góndolas que cuentan con un cable tractor para la función de tracción y un cable portante para el soporte de la carga, como se observa en la Figura 11. Además, al igual que los anteriores, son de pinza desembragable. Al igual que en el caso anterior, estas pueden desacelerar al entrar en las estaciones de embarque y acelerar al salir, con lo cual la línea no se detiene y los pasajeros pueden subir y bajar de la cabina con facilidad. La adición de un cable portante presentaba ventajas que, con el avance de la tecnología en GMD y 3S, se han vuelto poco importantes; razón por la cual, estos sistemas no son comunes (Dale, 2015c).



Figura 11. Teleférico GBD, Ngong Ping Cable Car, Isla Lantau, Hong Kong.  
Fuente: (Dale, 2015c)

Sus características más comunes son las siguientes (Alshalalfah, Shalaby, & Othman, 2012; Dale, 2015c): sus velocidades son de 7 m/s a 7.5 m/s, o entre 25 y 27 km/h; son de movimiento reversible; la capacidad de pasajeros por cabina es similar a los sistemas GMD, alrededor de las 10 personas; también, su capacidad de transporte esta alrededor de las 3600 pphpd; dependiendo del largo de la línea, pueden llegar a tener más de 100 cabinas; pueden contar con múltiples estaciones; la máxima distancia entre torres puede ser de 700 metros; generalmente, cuentan con torres cilíndricas; aunque su costo

---

<sup>18</sup> BDG por su significado en inglés, Bicable Detachable Gondola

dependerá de muchas variables, generalmente, este tiene un valor de USD 15 a 25 millones por kilómetro.

#### **1.3.8.9. Góndola tricable desembragable, GTD/TDG/3S<sup>19</sup>**

Estos son sistemas que utilizan góndolas soportadas por dos cables portantes, y cuyo movimiento lo realiza un cable tractor. También, son de sujeción temporal. Se diferencian de los sistemas monocables y bicables por su mucha mayor capacidad, tamaño y velocidad, como se aprecia en la Figura 12.



Figura 12. Sistema GTD, Koblenz Rheinseilbahn, Coblenza, Alemania.  
Fuente: (Dale, 2015a)

Algunas características usuales en estos sistemas son (Alshalalfah, Shalaby, & Othman, 2012; Dale, 2010b, 2015a; Doppelmayr, 2015c; Leitner, 2015c): alcanzan velocidades que están alrededor de los 8.5 m/s; su capacidad puede ser de hasta 38 personas por cabina; pueden transportar entre 6000 y 8000 pphpd; pueden detenerse en las estaciones, brindando mayor comodidad en el embarque y desembarque; tienen muy elevada resistencia al viento, de hasta 100 km/h; son los sistemas de góndolas más costosos; su movimiento es circulante o unidireccional; los vanos entre torres son bastante largos, pudiendo llegar a los 3000 metros; pueden contar con más de 100 cabinas; pueden tener múltiples estaciones; aunque su costo dependerá de muchas variables, generalmente, este tiene un valor de USD 10 a 24 millones por kilómetro.

#### **1.3.8.10. Teleféricos combinados**

Como su nombre lo indica, estos teleféricos resultan de la combinación de dos sistemas. A estos se los conoce con el nombre de Telemix, puesto que combinan telecabinas y

---

<sup>19</sup> TDG por su significado en inglés, Tricable Detachable Gondola. 3S por su significado en alemán, Drei Seile, que en español quiere decir Tres Cables.



telesillas (Doppelmayr, 2015d; Leitner, 2015b). Sus características dependerán del fabricante y de las necesidades a satisfacer, como se visualiza en la Figura 13.



Figura 13. Telemix, Geils-Hahnenmoos, Adelboden, Suiza.  
Fuente: (Doppelmayr, 2015d)

#### 1.3.8.11. Teleféricos de grupo

Son también llamados pulsados. Los teleféricos de grupo se caracterizan por contar con cabinas muy cercanas unas de otras, es decir, agrupadas. Los grupos pueden estar formados por 2 a 6 cabinas (Orro et al., 2003), como se observa en la Figura 14. En todos los casos de las instalaciones anteriores, las cabinas se encuentran distanciadas en intervalos regulares (Alshalalfah, Shalaby, & Othman, 2012).



Figura 14. Teleférico de grupo en Québec.  
Fuente: (Doppelmayr, 2015e)

Algunas características de estos teleféricos son (Dale, 2015g; Doppelmayr, 2015e; Orro et al., 2003): son sistemas de sujeción permanente; pueden ser monocables o bicables; la capacidad de las cabinas es variable, de 4 a 15 personas; su movimiento puede ser intermitente, se detienen en las estaciones para embarque y desembarque, o de vaivén; se pueden construir torres con vanos de mayor longitud; no son adecuados para

capacidades elevadas en grandes longitudes; pueden ser con o sin asientos; puede alcanzar velocidades de hasta 7 metros por segundo.

## **1.4. Transporte urbano**

El transporte urbano es un tema de preocupación usual en los gobiernos. Para entender el por qué, es necesario tener en cuenta algunas ideas:

En primer lugar, las actividades humanas llevan a la concentración de la población en zonas urbanas<sup>20</sup>, en donde se desenvuelven no solo las que allí habitan sino aquellas que se trasladan de zonas rurales, las cuales pueden estar muy cercanas o muy apartadas. Teniendo en cuenta que la población mundial ha superado ya los 7 mil millones de personas<sup>21</sup>, es fácil entender por qué las urbes desarrolladas y las ciudades capitales del mundo presentan altos niveles de densidad poblacional.

En segundo lugar, ya que toda actividad humana requiere de algún medio de transporte para su propagación, es entendible, entonces, que la cantidad de vehículos de transporte terrestre supere las mil millones de unidades en todo el mundo<sup>22</sup>; los cuales también se concentran en las zonas urbanas, con las personas que los utilizan. Esta concentración de personas y vehículos, los cuales requieren movilidad, lleva a una saturación de las vías de comunicación y transporte; y Ecuador no es la excepción.

En Ecuador, el distrito metropolitano de Quito, en su “condición de capital política administrativa”, y por la “dinámica y escala de su economía y su conectividad regional, nacional e internacional”, cumple las características antes mencionadas, convirtiéndose en un “Distrito de concentración de actividades, de infraestructura y de servicios”, las cuales hacen que afronte un grave problema de movilidad y transporte urbano (IMDMQ, s. f.).

### **1.4.1. Congestión vehicular**

En este contexto, se puede entender el porqué de uno de los problemas urbanos más serios que existen a nivel mundial, y que afecta gravemente al Ecuador y, principalmente, a ciudades como Quito; la congestión vehicular.

---

<sup>20</sup> Al año 2014, el 54 % del total de la población mundial vivía en zonas urbanas, y se estima que la cifra llegue al 66 % para el año 2050 (UN, 2014). En el Ecuador, por ejemplo, un 64 % de la población total vive en áreas urbanas (WBG, 2015).

<sup>21</sup> En 2011, el lunes 31 de octubre, se oficializó a nivel mundial como el día en que la población mundial alcanzó la cantidad de 7 mil millones de habitantes (Telegraph, 2011; UN, 2011). Al año en curso, a esta cifra se han sumado alrededor de 500 millones de personas (Populationpyramid, 2015; USCB, 2015).

<sup>22</sup> La cifra estimada de automóviles en circulación a nivel mundial es superior a las mil millones de unidades, y sumándose alrededor de 60 millones anualmente (WARDS, 2011; Worldometers, 2012). Solo en Ecuador, en el año 2013, fueron matriculados 1.7 millones de vehículos, de los cuales, casi el 50% corresponde a modelos del 2010 en adelante (INEC, 2013).

La congestión vehicular es un fenómeno que se da cuando una excesiva cantidad de vehículos tratan de usar una misma infraestructura vial al mismo tiempo, ocasionando un aumento del tiempo de circulación de los vehículos por fricción e interferencia entre sí (Bazzan & Klügl, 2009; Bull, 2003). A medida que aumenta el volumen de vehículos en el tránsito, la velocidad de circulación se reduce cada vez con mayor fuerza (Bull, 2003). Aunque las causas son complejas, las consecuencias son comunes: pérdidas económicas, reducción de productividad, afectación medioambiental, disminución de la seguridad vial (Bazzan & Klügl, 2009).

#### **1.4.2. Pérdidas económicas por disminución de la productividad**

La congestión vehicular ocasiona, a su vez, el aumento en los niveles de estrés, irritación y cansancio de los ciudadanos, lo cual afecta directamente su desempeño laboral y académico (ALTONIVEL, 2011).

#### **1.4.3. Pérdidas económicas por congestión vehicular**

Las pérdidas económicas que deben afrontar las naciones debido a la congestión vehicular son bastante significativos<sup>23</sup>. Es factible pensar que el dinero perdido o gastado en la reparación de daños o en la pérdida de productividad, podría ser redirigido a la búsqueda de nuevas y mejores alternativas. Esto último, en beneficio de la calidad de vida de las sociedades y de la eficiencia en sus actividades.

#### **1.4.4. Inseguridad en el transporte terrestre**

En general, los problemas asociados con el tránsito vehicular son considerables. Por sus características, el transporte terrestre está atado a la posibilidad de ocurrencia de accidentes fatales<sup>24</sup>, ya que grandes vehículos, pesados, y a altas velocidades, se mezclan con personas a pie, que son los peatones. Esto lleva a pensar en la búsqueda de alguna alternativa que elimine esos factores: errores humanos a altas velocidades, descuidos, cansancio.

---

<sup>23</sup> En todo el mundo, el costo por congestión vehicular se estima en USD 1.4 billones anuales (WEF, 2014). Cuatro de las economías más avanzadas, Estados Unidos de América, Reino Unido, Francia y Alemania, sumaron un total de USD 200.7 mil millones en pérdidas por congestión vehicular en el año 2013 (Cebr, 2014). Mientras que, en América Latina y el Caribe “la operación de los vehículos que circulan en las vías de ciudades de más de 100000 habitantes consume alrededor de 3.5% del PIB” de la región (Bull, 2003).

<sup>24</sup> Al año 2010, las muertes por accidentes de tránsito en el mundo alcanzaban la cifra de 1.24 millones de muertes anuales (WHO, 2013). En América Latina y el Caribe, para el año 2000, esta cifra era de 122000, siendo la más alta del mundo (Kohon, 2011). En Ecuador, en el año 2013, se registraron 28169 accidentes de tránsito con 2277 víctimas mortales (INEC, 2013). Particularmente, en la provincia de Pichincha se produjeron 300 muertes resultado de accidentes de tránsito.

### **1.4.5. Falta de una adecuada cobertura**

Ciudades como Quito presentan, además, otro grave problema. En lugares donde el transporte público tiene difícil o nulo acceso por falta de infraestructura vial, como en terrenos de alta pendiente, zonas altas alrededor de la ciudad, sectores con calles extremadamente angostas y en asentamientos informales, la población no tiene una adecuada cobertura de transporte vehicular, proliferando así el transporte informal (Gallop, 2014; Hutchinson, 2012). Este transporte informal, pese a que pueda ser la única alternativa en algunos casos, presenta desventajas en cuanto a horarios, regularidad, capacidad, calidad y seguridad. Por último, el transporte informal generalmente no cubre la totalidad de las rutas de desplazamiento, sino que acerca al usuario a las líneas formales, de esta manera, genera costos considerables para los usuarios, además de pérdidas de tiempo.

## **1.5. Transporte urbano por teleféricos**

### **1.5.1. Una nueva alternativa**

Por todos los problemas anteriormente mencionados, se vuelve evidente la necesidad de implementar soluciones urgentes para la problemática del transporte terrestre, principalmente del transporte urbano. Considerando todo lo expuesto, estas soluciones deben tener ciertas características que las conviertan en alternativas viables a los medios actualmente existentes. Algunas de estas características son: posibilidad de alcanzar altas velocidades de circulación y frecuencia de circulación; gran capacidad de carga, es decir, que diariamente puedan transportarse personas masivamente; bajas o nulas posibilidades de formación de congestión, accidentes, trancones; cero generación de conflictos con la red de transporte existente; amplia cobertura de rutas para poder atender a varios sectores de la población; alta calidad de servicio, comodidad y confiabilidad; bajos niveles de contaminación ambiental, auditiva y visual.

Ajustándose a la realidad de cada localidad, alrededor del mundo se implementan diferentes alternativas, de las cuales, una alternativa interesante para la ciudad de Quito es el transporte urbano por cables, o cables aéreos. Así, siguiendo recientes ejemplos de varias ciudades, donde los sistemas teleféricos han empezado a ser vistos como una alternativa viable para proveer del servicio de transporte urbano masivo, especialmente en América Latina<sup>25</sup> (Hutchinson, 2012); la actual alcaldía de la ciudad de Quito busca

---

<sup>25</sup> Pueden leerse varios titulares de periódicos en línea anunciando cambios en el modo de transporte urbano de América Latina, ayudados por el uso de teleféricos. Algunos ejemplos son: (Coronado, s. f.; Funds Society, 2015; MDZ, 2015; Ramos, 2015; Redacción Obras, 2013; Rushby, 2015)

implementar un sistema de transporte urbano por cables, o metrocables<sup>26</sup>, denominado Sistema Quito Cables.

### **1.5.2. Implementación**

El transporte público urbano por cables aéreos, o teleféricos de transporte urbano, conocido como ART por sus siglas en inglés (Aerial Ropeway Transit)<sup>27</sup>, se ve como una alternativa ventajosa por sus características particulares. A más de ser capaz de cubrir demandas que otros medios no lo pueden hacer, este tipo de proyectos urbanos pueden representar “un modelo de intervención urbana”, el cual aporte en gran medida a una regeneración de zonas urbanas deterioradas por problemas, no solo de movilidad, sino también de falta de inclusión (Gallop, 2014).

A pesar de los aparentes beneficios de este medio, el uso de teleféricos ha sido, hasta un par de décadas atrás, prácticamente exclusivo para ambientes recreacionales, principalmente en estaciones de esquí en zonas nevadas. Además, aunque su uso para transporte urbano ya existía, generalmente se lo ha utilizado con poca capacidad y cobertura. Y, pese al claro incremento en su uso a nivel mundial, este es aún un medio muy poco utilizado (O’Connor & Dale, 2011).

Esta baja explotación se debe a que el transporte urbano es un tema muy extenso y de elevada complejidad. Cuando un proyecto de infraestructura de transporte se pretende poner en marcha, ya sean medios convencionales o alternativas relativamente novedosas como los teleféricos, es necesario lidiar con muchas variables complejas como (O’Connor & Dale, 2011): tecnologías a implementar, participación del sector público, motivaciones y agendas políticas, complejos procesos de aprobación, consideraciones de diseño urbano, integración con medios existentes, además de variadas expectativas por parte de los usuarios. Los puntos anteriores, sumados a una desconexión y poco entendimiento entre el mercado urbano y la industria de la manufactura, provocan que el transporte por teleféricos no sea considerado en análisis de alternativas de transporte a la hora de plantear proyectos de movilidad urbana (O’Connor & Dale, 2011).

En este sentido, como explica (O’Connor & Dale, 2011), una mayor urbanización y la creación de infraestructuras para el transporte mejoran la competitividad y desarrollo

---

<sup>26</sup> Gracias a los sistemas en funcionamiento en el extranjero, además de ciertas iniciativas locales, en el Ecuador se empiezan a hacer comunes los términos “Metroférico” y “Metrocable”, para referirse a estos sistemas.

<sup>27</sup> Varios estudios y proyectos alrededor del mundo se llevan a cabo en este campo, algunos ya están concluidos y en operación, mientras que otros aún se encuentran en etapas iniciales. Para profundizar en este tema, se pueden consultar sitios u obras como: (Alshalalfah, Shalaby, & Othman, 2012; Dale, Imhäuser, & Chu, 2013; Gallop, 2014; Hutchinson, 2012; O’Connor & Dale, 2011)

económico e industrial de las ciudades. Por lo cual, las ciudades invierten fuertemente en estos puntos con el objetivo de facilitar una eficiente movilidad de personas y productos. Así, con una siempre creciente demanda de formas de transporte viables, finalmente se pueden encontrar condiciones favorables para un mercado de transporte urbano por teleféricos.

Por las razones expuestas, estudios de pre-factibilidad y factibilidad se vuelven vitales al proponer nuevas alternativas. En el caso del Sistema Quito Cables, como se expuso anteriormente, los estudios necesarios se han desarrollado por parte de instituciones con experiencia en este campo. Así mismo, estudios como el presente trabajo son también bastante necesarios, pues por medio de ellos se pueden librar ciertos obstáculos como consideraciones de costos e impacto en la industria nacional. No solo eso, sino que, además, este tipo de trabajos contribuyen a la diseminación de información. Lo cual es muy necesario ya que, un grave problema para la implementación de estos sistemas en ambientes urbanos es la falta de estudios y publicaciones técnicas; y, en los pocos casos que se encuentra esta información, puede presentarse información inadecuada y/o caduca (O'Connor & Dale, 2011).

Además, es importante ayudar a visibilizar las ventajas y desventajas de los sistemas teleféricos aplicados al transporte urbano. De esta manera, también, se contribuye a la correcta diseminación de información.

### **1.5.3. Ventajas**

Este medio de transporte puede proveer de servicio a zonas cuya orografía es complicada, donde medios como buses y demás no pueden tener acceso fácilmente (Armijos & Ramírez, 2009). Esto lo hace ideal para ciudades como Quito, en la cual existen barrios en zonas montañosas de muy elevada altura y distanciadas de los centros urbanos, donde sus habitantes desarrollan sus actividades; sectores que normalmente quedan marginados del servicio público de transporte. Es decir, el proyecto puede provocar una mayor inclusión social y económica al beneficiar usuarios que anteriormente habían sido ignorados pero quienes participan activamente en la dinámica de la ciudad.

Las estaciones de control, embarque y desembarque son las únicas estructuras de gran tamaño en estos sistemas, las cuales se instalan en zonas apartadas y en zonas específicas dentro del sector urbano. Así mismo, las torres de soporte ocupan muy poco espacio horizontal. Mientras que, el resto de la instalación se encuentra en el aire, por encima de las calles, vehículos, peatones y edificaciones existentes en la ciudad. Con estas características, el transporte urbano por teleféricos no representa un obstáculo a la

movilidad ya existente, sino que, por el contrario, al captar grandes cantidades de usuarios del sistema de transporte público, reduce el número de vehículos necesarios para su transporte y, por ende, disminuye los problemas de congestión vehicular.

El impacto en el uso de espacio físico es muy bajo debido a que, longitudinalmente, la mayor parte de la instalación se encuentra en el aire; su construcción no requiere de grandes espacios de terreno, excepto para las estaciones y las torres de soporte (Armijos & Ramírez, 2009). Por esta razón, su implementación no está restringida por la forma de la urbe y requiere una mínima adquisición de terrenos (O'Connor & Dale, 2011).

La contaminación ambiental es mínima, ya que los sistemas teleféricos principalmente ocupan energía y motores eléctricos para su funcionamiento (Armijos & Ramírez, 2009). Además, estos sistemas tienen una elevada eficiencia energética (Hutchinson, 2012).

Los costos de operación son bajos gracias a que el movimiento de los vehículos es automatizado (Hutchinson, 2012). Con lo cual, no requieren grandes cantidades de personal, como choferes y ayudantes en cada vehículo, pues la mayor parte se halla en las estaciones de control.

Aunque sus máximas velocidades no son tan elevadas como las que pueden alcanzar los medios de transporte terrestre comunes, los sistemas teleféricos no presentan riesgo de formar congestión, al mismo tiempo que cuentan con altas frecuencias de circulación<sup>28</sup>, y, además, sus líneas pueden cubrir varios kilómetros y con variadas trayectorias<sup>29</sup>; por lo cual pueden transportar mayores cantidades de usuarios y en menor tiempo que los medios convencionales.

Este medio de transporte es más seguro que otros medios convencionales puesto que no está expuesto al riesgo de accidentes como choques, atropellamientos, volcamientos, derrapes, explosiones de combustible. Así mismo, no está expuesto a riesgos como negligencia en la conducción, mal estado de las vías de circulación, señalización inadecuada, obstáculos o invasión de las vías, conflicto con otros vehículos. Por estas razones, el riesgo de lesiones graves o muertes es prácticamente nulo.

#### **1.5.4. Desventajas**

Los teleféricos requieren diferentes consideraciones de diseño y arquitectura, las cuales, usualmente, no están a disposición de la industria manufacturera local. Los profesionales

---

<sup>28</sup> Siempre y cuando se aplique la tecnología correcta, como por ejemplo, góndolas desembragables monocables, bicables o tricables, las cuales pueden presentarse con segundos de diferencia.

<sup>29</sup> Una vez más, siempre que se aplique la tecnología adecuada. Siendo aplicable, aquí también, las góndolas desembragables.





Como se ha mencionado anteriormente, alrededor del mundo se han empezado ya a implementar este tipo de medios de transporte. En la siguiente figura se muestra la extensión de los sistemas de transporte urbano por teleféricos alrededor del mundo. Además, la Tabla 1 muestra las características de algunos de estos sistemas emblemáticos, como se visualiza en la Figura 15

Tabla 1. Características de varios sistemas emblemáticos.

NOMBRE	Metrocable de Yenimahalle	Mi Teleférico	Metrocable Medellín	Teleférico	Mexicable
Ubicación	Ankara, Turquía	La Paz-El Alto, Bolivia	Medellín, Colombia	Brest, Francia	Ecatepec, México
Año	2014	2014	2004	2016	2016
Tipo	GD10	GMD	GMD	-	-
Cabinas	54	641	267	-	185
Pilonas	12	80	-	-	-
Estaciones	4	16	8	2	5
Líneas	1	4	3	1	1
Longitud [km]	1,4	15,2	9,3	0,46	5
Altura [m]	60	-	366	70	-
Capacidad [p/h]	2400	24000	34200 diarios	2400	26000 diarios
Velocidad [m/s]	-	5	5	-	-
Recorrido [min]	-	R: 10, A: 16, V: 16	-	3	17
Frecuencia [min]	-	12 [s]	-	5	-
Costo [millon.usd]	-	234	-	20,1	88

Esta tabla fue adaptada con información de las siguientes fuentes: (Dale, 2010c, 2010d, 2016, 2017b; EFEverde, 2016; Lainformacion, 2016; Leitner, 2014)

## 1.6. Subsistemas electromecánicos

Los principales componentes que conforman un teleférico se describen a continuación

### 1.6.1. Vías principales

Las vías principales son elementos mecánicos que están ubicados en las estaciones, como se puede observar en la Figura 16y cumplen con las siguientes funciones.

- Desacople del vehículo del cable

- Desacelerar el vehículo para permitir el embarque y desembarque de pasajeros
- Acelerar el vehículo con el fin de embragarlo en el cable
- Controlar la posición del cable



Figura 16. Vías principales de Ruta del Teleférico, República Checa.  
Fuente: (Radim, 2010)

### 1.6.2. Sistema motriz principal

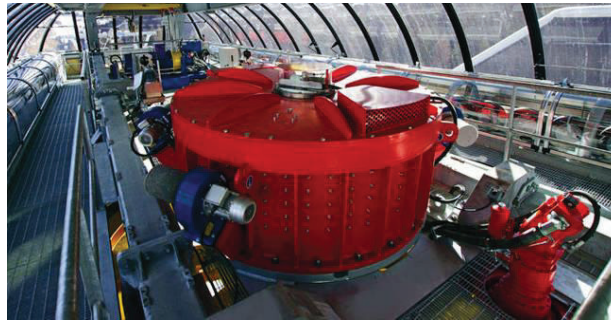


Figura 17. Motor principal de accionamiento DirectDrive.  
Fuente: (Leitner, 2017)

El sistema motriz tiene como función movilizar el cable portador tractor a lo largo del trazado de la línea de teleférico. El eje del sistema motriz es el motor principal, este se encarga de transformar la energía eléctrica en energía mecánica con el objetivo de suministrar la potencia necesaria para movilizar el volante motriz el cual se encuentra conectado al motor a través de un reductor de velocidad, como se visualiza en la Figura 17. El motor debe estar equipado con un ventilador con atenuador de ruidos como suministro de serie.

### 1.6.3. Sistema de carga

El sistema de carga de los pasajeros se divide en tres secciones principales: cabinas, brazo de sujeción, pinzas y acoples.

### 1.6.3.1. Cabinas

Las cabinas son estructuras cerradas suspendidas de cables aéreos, cuya función es transportar a los usuarios del teleférico, protegiéndolos de las condiciones ambientales adversas que puedan presentarse (Alshalalfah, Shalaby, & Othman, 2012; Loayza & Zapata, 2012; Orro et al., 2003).

Como ya se ha explicado anteriormente, el Sistema Quito Cables tendrá dos tipos de instalaciones: TC para las Líneas sur, centro y norte; y 3S para la Línea de los valles. Es decir, el tipo de cabina es Góndola. Sin embargo, en el sistema TC, la cabina será de sólo 10 pasajeros; mientras que en los sistemas 3S, se espera que la cabina pueda transportar hasta 35 personas. Razón por la cual, aunque los materiales no variarán significativamente, los tamaños de las cabinas sí serán diferentes.

Las cabinas están compuestas por (Armijos & Ramírez, 2009; Tapia, 2013):

- Estructura metálica de aluminio.
- Recubrimiento de fibra de vidrio o planchas de policarbonato, con espesores de, aproximadamente, 5 centímetros. El policarbonato es un termoplástico de elevada resistencia al impacto, gran transparencia y rigidez, alto aguante a la deformación térmica, estabilidad dimensional y buenas propiedades de aislamiento eléctrico.
- Puertas corredizas accionadas neumática o manualmente.
- Elementos de confort: aire acondicionado, iluminación, sistemas de comunicación, parlantes, sistemas de auxilio.
- Asientos, los cuales pueden estar hechos de resinas sintéticas o madera.
- Ventanas o ventanales para facilitar ventilación.

Como puede verse, aunque pertenecen a sistemas distintos, las cabinas se asemejan, en su estructura, a vehículos de otros medios de transporte como buses y automóviles. Por esta razón, su fabricación podría encargarse a empresas carroceras del país.

En el diseño de las cabinas, es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones (EMSD, 2004):

Espaciamiento:

- a) Con el propósito de asegurar la libre circulación de pasajeros y personal en las estaciones y terminales, la distancia entre el espacio ocupado por la cabina y cualquier obstáculo estacionario en la instalación deberá ser de al menos 1 metro. Cuando no hayan dispositivos guías para las cabinas, tales distancias deberán ser aseguradas incluso a inclinaciones de 15° del vehículo. En las áreas de la instalación pensadas

- para el embarque y desembarque de las cabinas, el espacio reservado para el público deberá tener el tamaño suficiente como para asegurar la libre circulación de pasajeros.
- b) La distancia mínima entre el piso y el extremo inferior de las cabinas cuando se encuentren fuera de las estaciones o terminales no deberá ser menor a 3 metros bajo las más desfavorables condiciones de operación.
  - c) La distancia mínima entre dos vehículos consecutivos nunca deberá ser menor a 1.5 veces la distancia de frenado bajo las condiciones menos favorables.
  - d) Siempre que sea posible, la máxima altura respecto al piso de una línea estacionaria, ya sea total o parcialmente cargada, o solo cable, no deberá exceder los 60 metros.
  - e) Siempre que la línea pase sobre bosque seco, se deberá mantener una distancia mínima de 15 metros en ambos lados de la ruta para evitar riesgos de incendios en zonas de vegetación densa.

#### Capacidad y carga:

- f) Para cabinas de sistemas TC/GMD, la capacidad debe considerarse de alrededor de 750 kilogramos, es decir, para unas 10 personas de 75 kilogramos en promedio (Tapia, 2013). En general, se deberá asumir un valor de 75 kilogramos por pasajero.
- g) Se permitirán pasajeros de pie siempre y cuando la cabina es diseñada adecuadamente para este propósito.
- h) La capacidad de carga de pasajeros deberá ser publicada a la vista en cada vehículo. Toda la información deberá ser provista en los idiomas pertinentes.

#### Tiempos:

- i) El tiempo de abordaje de cada pasajero deberá ser asumido igual a 3 segundos por persona hasta las 10 personas, y de 1.5 segundos por cada persona extra.

#### Seguridad:

- j) El factor de seguridad de la estructura y todos sus componentes, deberá ser de al menos 4.
- k) En los cálculos para el diseño, deberán tomarse en cuenta todas las fuerzas estáticas o dinámicas (incluidas las de fatiga) que puedan presentarse en la operación, tales como el peso del mismo vehículo, carga de pasajeros, fuerza del viento, fuerzas de inercia en las torres, aceleración inicial y frenado.
- l) Los vehículos deberán ser diseñado de tal manera que se evite que los pasajeros sean arrojados fuera del vehículo en caso de un accidente, o que estos puedan salir de una cabina cerrada. También, todas las puertas deberán cerrarse desde el exterior, ya sea

de manera automática o manual, y no se podrán abrir desde el interior excepto cuando estas lleven un operador en el interior.

- m) Los vehículos que sean diseñados para transportar pasajeros de pie deberán contar con agarraderas apropiadas. Las cabinas deberán ser equipadas con sistemas de aviso de sobrecarga. La instalación deberá poder ser detenida automáticamente cuando exista una sobre carga en cualquiera de las cabinas.
- n) Todos los vehículos deberán tener una adecuada ventilación natural. Cualquier ventana deberá ser configurada de tal manera que se prevenga que los pasajeros puedan caer del vehículo o tocar alguna otra parte de la línea. El material transparente para las ventanas deberá ser vidrio de seguridad templado.

Dimensiones:

- o) El tamaño de una cabina para transporte urbano puede ser la siguiente (Tapia, 2013): altura: 2 metros, largo: 2.4 metros, ancho: 1.8 metros; o también:

Para pasajeros de pie:

Área del piso  $A = N/6$  m<sup>2</sup>, siendo N = número de pasajeros.  
Altura H = 2.20 metros.

Para pasajeros sentados:

Ancho del asiento W = 0.5 metros.  
Área del piso A = 0.33 m<sup>2</sup> (por pasajero).

- p) Todos los componentes de las cabinas deberán ser fácilmente accesibles para su inspección y mantenimiento. Toda superficie externa o interna deberá ser protegida contra corrosión.

Velocidad

- q) En cuanto a la velocidad y espaciamiento de la cabina, es necesario asegurarse que las frecuencias naturales de la línea no tenga relación con las frecuencias de las vibraciones inducidas por elementos climáticos o cualquier fuerza externa para cualquier condición de velocidad o carga.
- r) A medida que la tecnología por cable aéreo se desarrolla, es natural que los límites máximos permisibles se incrementen. La variación de la velocidad tanto en la aceleración como en la desaceleración no deberá causar sensaciones desagradables a los pasajeros. Los límites máximos recomendados de velocidad segura son:
  - i) Monocable de cabina cerrada: 4.0 m/s
  - ii) Monocable de cabina abierta: 2.0 m/s

- iii) Multicable con un cable de soporte: 7.0 m/s
  - iv) Multicable con más de un cable de soporte: 8.0 m/s
  - v) Vaivén con operador: 12.0 m/s
  - vi) Vaivén sin operador: 8.0 m/s
- s) En instalaciones de movimiento constante para el embarque y desembarque de pasajeros, la velocidad del vehículo no deberá ser mayor a 0.25 m/s.
- t) Debe tenerse en cuenta que el diseño de las velocidades máximas para cualquier sistema siempre será regido principalmente por la seguridad. La dificultad en el diseño, operación y mantenimiento de una instalación de estas está determinado en un primer orden de aproximación por una relación directamente proporcional al cuadrado de la velocidad. La comodidad juega también un papel importante en el diseño de una instalación de transporte aéreo por cables.

### 1.6.3.1. Brazo de sujeción

La sujeción de la cabina al cable se realiza por medio de brazos metálicos instalados en los techos de las cabinas, los cuales cuentan con pinzas, que son elementos de acoplamiento, en sus extremos, como se muestra en la Figura 18. Las Telecabinas, los sistemas GMD, GBD, GTD, Telesillas y Telebén cuentan con un solo brazo de sujeción en el techo del vehículo; mientras que, los sistemas como el Funitel pueden contar con dos brazos o con estructuras similares a plataformas sobre el techo de la cabina, en los cuales están instaladas las pinzas de sujeción.

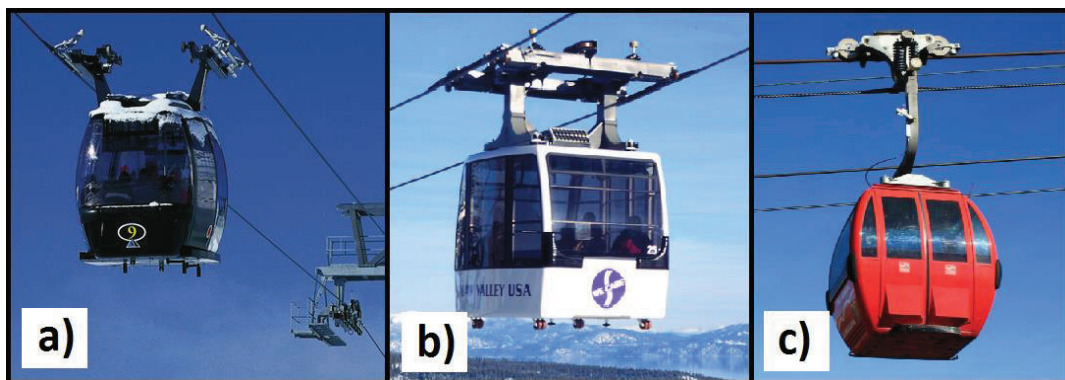


Figura 18. a) Funitel con dos brazos para el sistema de sujeción; b) Funitel con una estructura tipo plataforma sobre el techo para el sistema de sujeción; c) Telecabina con un brazo en el techo para la sujeción.

Fuente: Adaptado de las siguientes fuentes: (ISCHGL, 2015; Kendall, 2015; Lugares de nieve, 2014)

Se sabe que las instalaciones del Sistema Quito Cables serán de dos tipos: Telecabinas (TC/GMD), para las líneas sur, centro y norte; y Tricables (GTD/3S), para la línea de los Valles (Prensa Quito, 2015). Siendo que en ambos tipos de instalaciones se utilizan brazos

como los descritos anteriormente, a continuación, se presentan sus características y procesos de fabricación.

Los brazos de sujeción pueden presentar amortiguadores para evitar oscilaciones no deseadas por el movimiento de los pasajeros o el viento (Tapia, 2013).

#### **1.6.3.2. Pinzas o mordazas**

Por último, las pinzas son las que permiten el movimiento del vehículo, siendo estas de dos tipos embragables y desembragables, como se muestra en la Figura 19.

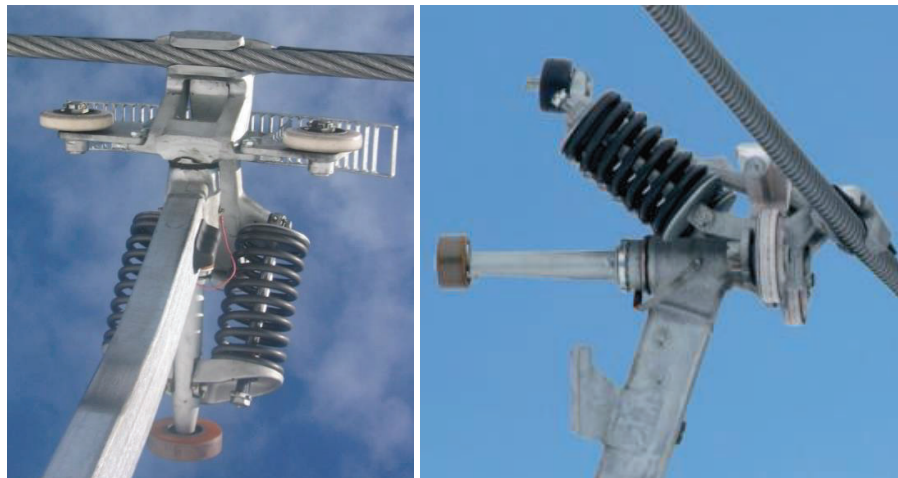


Figura 19. Mordazas desembragables.  
Fuente: (Dale, 2015d)

#### **1.6.4. Sistema de tracción**

El movimiento de un sistema teleférico sistema de tracción intervienen varios elementos, los cuales son: el cable tractor o transportador, según sea el caso; y el motor impulsor.

##### **1.6.4.1. Cables**

El cable es el elemento principal en el sistema de teleféricos, pues es éste el que transmite el movimiento desde los sistemas de potencia hacia las cabinas. Además sirve como sujeción de las estas.

Este elemento está sometido a tensión, soportando cargas de peso propio, cargas variables correspondientes al paso de las cabinas así como cargas de viento. Estos estados de carga provocan una caída del cable reduciendo el gálibo de seguridad. El valor mínimo de este gálibo debe ser de 4 metros. Se entiende por gálibo de seguridad como la distancia entre el fondo de la cabina hasta el obstáculo más cercano.

El cable está compuesto de un alma en el centro en el cual se enrollan alrededor de este los torones los cuales están formados por varios hilos como se puede ver en la Figura 20.

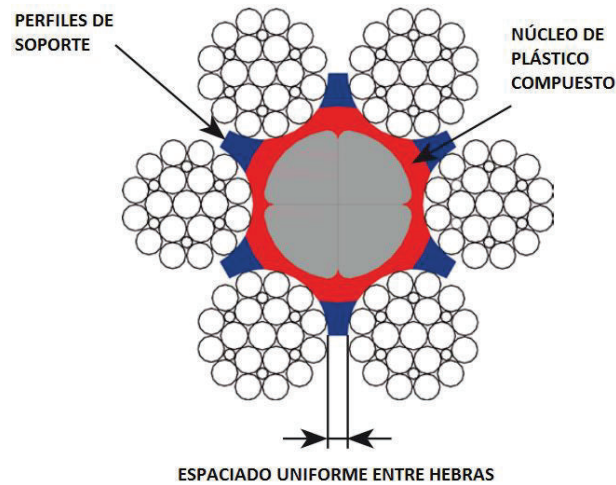


Figura 20. Esquema de un cable utilizado para transporte por teleféricos.  
Fuente: (TEUFELBERGER, s. f.)

Se sabe que en el Sistema Quito Cables se tendrán sistemas monocables y tricables, como ya ha sido expuesto anteriormente. Por lo tanto, es necesario tratar el cable de tipo transportador para los sistemas monocables, y los cables de tipo tractor y portante para el sistema tricables.

#### **1.6.4.2. Motor impulsor**

El motor impulsor se ubica en el cuarto de máquinas de la instalación. Generalmente se trata de un motor eléctrico que le da movimiento al sistema y produce la fuerza para accionar el cable que lleva las cabinas (Armijos & Ramírez, 2009).

#### **1.6.5. Sistema de tensión**

Se lo emplea para mantener los cables del teleférico en tensión en cualquier condición de operación. Todos los dispositivos usados para tensionar el cable deberían tener suficiente desplazamiento para proveer las condiciones normales de operación cuando se tienen cambios en la carga y en la temperatura ambiental (Armijos & Ramírez, 2009).

##### **1.6.5.1. Tensión hidráulica**

Funciona mediante el desplazamiento de cilindros hidráulicos para acondicionar la tensión del cable en función de los cambios en carga y temperatura (Armijos & Ramírez, 2009).



### 1.6.5.2. Contrapesos

Los contrapesos son elementos que permiten controlar las variaciones de tensión en el cable (Armijos & Ramírez, 2009).

Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones (Armijos & Ramírez, 2009):

- a) El área en donde el contrapeso se desplaza debe ser completamente cerrada y protegida de los elementos del Teleférico y agentes climáticos externos.
- b) El área para el contrapeso debe ser diseñada de tal manera que el mismo ocupe cualquier posición bajo toda condición de operación y clima.
- c) Arreglos de amortiguadores deben ser instalados para reducir las oscilaciones del contrapeso.

### 1.6.6. Sistema de transmisión

El sistema de transmisión se encarga de transmitir el movimiento desde los motores hacia el cable. Este sistema está formado por las siguientes partes (Loayza & Zapata, 2012): trenes de poleas, poleas principales, eje motriz, y carro móvil.

#### 1.6.6.1. Tren de poleas

Estos elementos se ubican en la parte superior de las torres de soporte. Su función es la de mover el cable por medio de poleas evitando su desgaste. Además, permiten absorber las deformaciones del cable producidas en los cambios de dirección (Loayza & Zapata, 2012).



Figura 21. Tren de poleas instalado en torre de teleférico.

Fuente: Propia.

El tren de poleas también es conocido como balancín o tren de rodillos. La función de los trenes de poleas es dirigir y apoyar el cable tractor-portador a lo largo de la línea, los balancines permiten también, el cambio de dirección del cable de forma suave para evitar

el fatigamiento del cable por flexión. Está compuesto por elementos móviles denominados poleas para soportar el peso del cable y las cabinas en movimiento. Los balancines están formados por grupos de dos poleas, dependiendo de las necesidades se tienen balancines de 4, 6, 8, 10 y 12 poleas, como se muestra en la Figura 21

### 1.6.6.2. Tipologías de diseño

Los trenes de poleas se categorizaron en tres tipos diferentes, que se ajustan a los requerimientos de relieve y trazado de la línea Roldós Ofelia.

Son necesarios trenes de poleas que soporten: cargas a tracción, se les denomina trenes de poleas a tracción, cargas a compresión, se les denomina trenes de poleas a compresión. Para zonas en las que se consigue diferente tipo de carga aplicada (tracción o compresión) dependiendo de los cambios en la tensión del cable y la capacidad de los vehículos, se coloca trenes de poleas mixtos que trabajan a tracción y compresión simultáneamente. Estos se lo denominan trenes de poleas a tracción-compresión.

### 1.6.6.3. Trenes de poleas a tracción

En este sistema el cable pasa por encima de las poleas. El tren de poleas a tracción también se denomina de apoyo debido a que el cable está soportado directamente por el tren y las cargas que se aplican son las del peso del cable más la carga de las cabinas en movimiento dirigidas hacia abajo, como se visualiza en la Figura 22



Figura 22. Tren de 12 poleas a tracción.  
Fuente: Propia.

En este sistema se lo denomina de tracción debido a que, las fibras del cable al estar colocadas en la parte superior del tren resisten cargas de tensión como se indica en la figura 23.

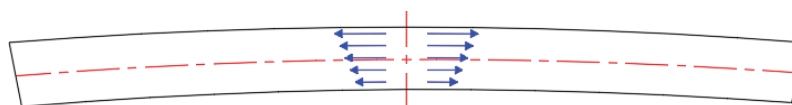


Figura 23. Representación de las cargas en tren de polea a tracción.  
Fuente: Propia.

#### 1.6.6.4. Trenes de poleas a compresión

En este sistema, el cable pasa por debajo de las poleas provocando una carga vertical orientada hacia arriba como se observa en la Figura 24

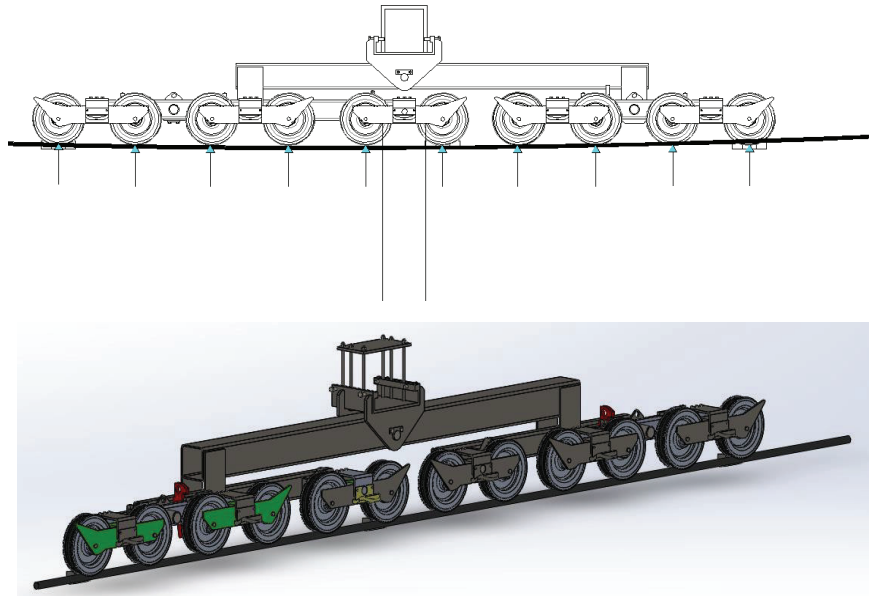


Figura 24. Trenes de 12 poleas a compresión.  
Fuente: Propia.

Se denomina tren de polea a compresión debido a que, la disposición del balancín provoca que el cable se tracción durante su funcionamiento como se observa en la Figura 25.

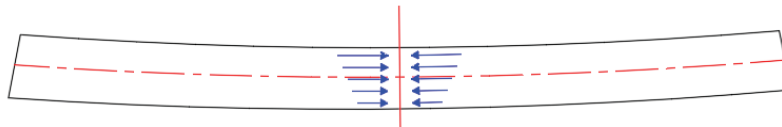


Figura 25. Representación de las cargas en tren de poleas a compresión.  
Fuente: Propia.

#### 1.6.6.5. Trenes de poleas tracción/compresión

Estos trenes de polea se colocan generalmente en lugares donde las fuerzas que se producen pueden variar dependiendo de las condiciones de carga, los balancines trabajan en algunos momentos a compresión y otros a tracción. Se coloca este tipo de tren para asegurar el continuo guiado del cable y evitar que este se separe de las poleas en cualquier condición extrema de funcionamiento, como se muestra en la Figura 26

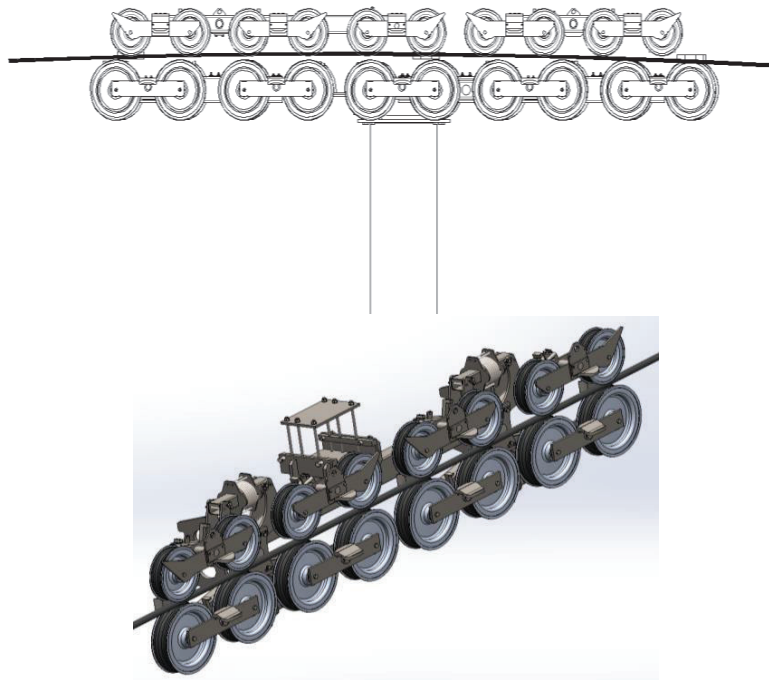


Figura 26. Trenes de poleas a tracción-compresión.  
Fuente: Propia.

#### 1.6.6.6. Poleas principales

Las poleas o ruedas principales son aquellos elementos que se ubican en las estaciones del sistema teleférico y cuya función principal es permitir la circulación permanente del cable y los vehículos a lo largo de toda la trayectoria (Loayza & Zapata, 2012). Las poleas principales son dos (Armijos & Ramírez, 2009): polea motriz y polea de retorno.

#### 1.6.6.7. Volante motriz

La polea motriz, también llamada de tracción, se ubica en la estación de salida, y es el elemento encargado de transmitir el movimiento desde el eje motriz hasta el cable tractor o transportador, según sea el caso (Armijos & Ramírez, 2009).

#### 1.6.6.8. Rueda de retorno

La polea de retorno, o de reenvío, se ubica en la estación terminal, junto a otros elementos como frenos y amortiguadores, al extremo opuesto del motor impulsor y de la polea motriz (Armijos & Ramírez, 2009). Cumple dos funciones principales: mantener la adecuada tensión del cable tractor o transportador, según sea el caso; y permitir que el cable realice su recorrido de regreso en la estación terminal (Armijos & Ramírez, 2009).

#### **1.6.6.9. Eje motriz**

Este elemento se encarga de transmitir el movimiento de rotación del motor hasta la polea de tracción, a su vez que sostiene a dicha polea (Armijos & Ramírez, 2009; Loayza & Zapata, 2012). Este se encuentra sometido a un momento torsor producido por el motor y a una carga de flexión debida a la tensión del cable sobre la polea (Armijos & Ramírez, 2009).

#### **1.6.7. Carro móvil**

Este elemento cumple la función de sostener la polea principal y permitir su desplazamiento en función de la carga aplicada sobre el cable (Loayza & Zapata, 2012).

#### **1.6.8. Sistema de frenado**

##### **1.6.8.1. Freno de servicio**

Actúa a la salida del eje del motor que conduce la caja de cambios o al eje de entrada de la caja de cambios que hace más fiable el frenado (Armijos & Ramírez, 2009).

##### **1.6.8.2. Freno de emergencia**

Opera directamente sobre la polea de tracción (Armijos & Ramírez, 2009).

##### **1.6.8.3. Freno en línea**

Para emergencias en teleféricos tipo Vaivén (Armijos & Ramírez, 2009).

#### **1.6.9. Sistema de control**

Todo el control y los circuitos de seguridad deberán ser de fácil acceso. Los controles de funcionamiento deben ser posicionados dentro de la sala de control tal que el teleférico puede ser manejado y controlado en cualquier modo deseado. La sala de control debe estar situada en la estación de salida y colocada de tal modo que proporcioné la mejor vista posible de la línea (Loayza & Zapata, 2012).

#### **1.6.10. Sistema de seguridad**

Este sistema está conformado por todos los elementos que contribuyen a garantizar el correcto funcionamiento del sistema, además de brindar mayor seguridad a los usuarios y personal que labora durante la operación del teleférico. Está constituido por varios elementos; entre los cuales, los más importantes son (Armijos & Ramírez, 2009):

### 1.6.10.1. Motores secundarios

Por lo general son motores Diésel, y son empleados para mantener el funcionamiento del sistema cuando los motores eléctricos principales fallan.

### 1.6.11. Obra civil y arquitectura

El diseño de estas edificaciones obedece a las ordenanzas civiles de construcción y debe tener en cuenta todas las fuerzas que actúan sobre el incluyendo tensiones de los cables, cargas de sismo, etc. Estas estaciones deben tener áreas para el abordaje de los pasajeros las cuales deben ser suficientemente largas para facilitar el flujo de los pasajeros (Armijos & Ramírez, 2009).

### 1.6.12. Torres

Las torres son elementos de apoyo y pueden llamarse, también, pilas o pilonas (Orro et al., 2003). Son estructuras intermedias cuya función principal es sostener los cables entre terminales y/o estaciones, a lo largo de todo el recorrido; al mismo tiempo que separan a los vehículos de cualquier obstáculo en la trayectoria por medio de su altura (ALL, 2015; Alshalalfah, Shalaby, & Othman, 2012; Armijos & Ramírez, 2009; Loayza & Zapata, 2012). Además, estas le dan forma al perfil de la instalación (Mazumder, s. f.), pues la trayectoria dibujada por los cables a lo largo del recorrido del teleférico es resultado de la unión de los puntos donde se ubican las torres, como se indica en la Figura 27. Las torres pueden ser construidas de acero, concreto pretensado o concreto reforzado (EMSD, 2004).



Figura 27. Torres cilíndricas del sistema Yenimahalle, Turquía.  
Fuente: (Leitner, 2014)

### 1.6.12.1. Tipo de elemento por la deformación del cable

Una característica importante de estos apoyos es el poder absorber las deformaciones de los cables (Loayza & Zapata, 2012). De esta manera, se los puede ver como un elemento de tipo pendular, rígido o flexible (Romo, Checa, & Zambrano, 2011).

### 1.6.12.2. Elemento pendular

Se trata de un elemento isostático, el cual cuenta con un apoyo simple en su base y está unido al cable carril en la parte superior (Romo et al., 2011).

### 1.6.12.3. Elemento rígido

Se trata de una torre en cuya parte superior cuenta con un galápago, el cual absorbe deformaciones en los cables; se encuentra empotrado en su base y se mueve en el plano horizontal mediante rodillos (Romo et al., 2011).

### 1.6.12.4. Elemento flexible

Un apoyo flexible es capaz de absorber las deformaciones de los cables en función del material del que está constituido el apoyo (Romo et al., 2011), como se observa en la Figura 28

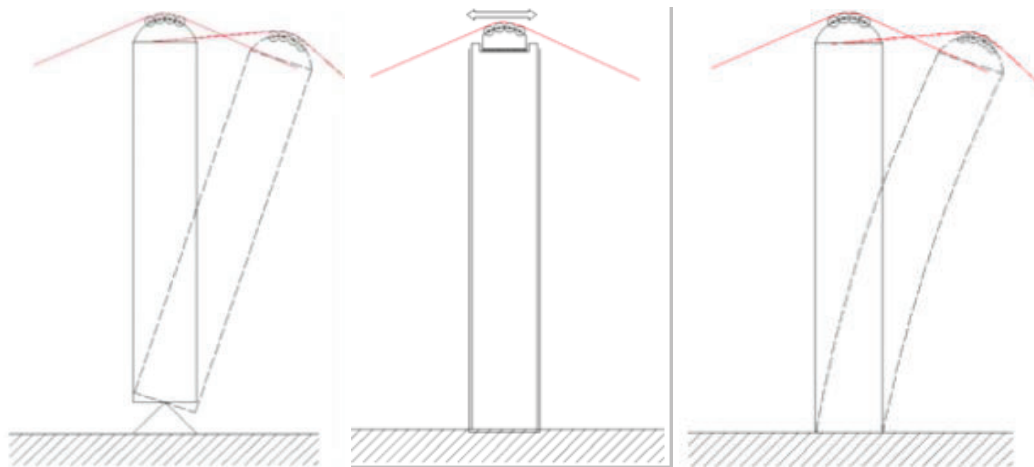


Figura 28. a) Elemento pendular; b) Elemento rígido; c) Elemento flexible.

Fuente: (Romo et al., 2011)

### 1.6.12.5. Composición y características

Después de comparar las características del Sistema Quito Cables con instalaciones similares en la sección 1.5.5, se puede ver que el tipo de torre más común es de forma tubular y de acero al carbono. Por otra parte, para el diseño de torres en sistemas teleféricos, las cargas máximas de los sistemas deben siempre corresponder a condiciones

de extremas de trabajo; carga viva de personas a la máxima capacidad, cargas de sismo, cargas eólicas y carga de peso propio de los sistemas mecánico y estructural (Loayza & Zapata, 2012).

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción, los aceros estructurales usados en Sistemas Resistentes a Cargas Sísmicas (SRCS) deben cumplir con una de las siguientes Especificaciones ASTM: A36/A36 M, A53/A53 M (Grado B), A500 (Grado B o C), A501, A572/A572M [Grado 50 (345)], A588/A588M, A992/A992M.

#### **1.6.12.6. Consideraciones de diseño**

En el diseño de las torres se deberán determinar varios aspectos, como: material, forma, altura, número y vanos; los cuales dependerán del tipo de instalación, distancia del recorrido y capacidad.

Algunas consideraciones importantes en su diseño son (EMSD, 2004):

#### **1.6.12.7. Seguridad y mantenimiento**

Las torres no deberán ser ubicadas en terrenos con peligro de deslizamientos (Mazumder, s. f.). Estas deberán contar con numeración visible y legible desde una distancia de 200 metros. Además, ninguna parte estructural o en movimiento deberá estar al alcance de los pasajeros por ventanas o aberturas en las cabinas.

La infraestructura debe contar con escaleras fijas, senderos y rieles de seguridad, y puntos de anclaje fijos para la sujeción del equipo y personal en las operaciones de rescate y mantenimiento.

#### **1.6.12.8. Factores de seguridad**

El factor mínimo de seguridad para fuerzas dinámicas en todos los cálculos deberá ser de 3.0.

Se considera un factor mínimo de seguridad de 2.0 contra levantamiento de cimentaciones teniendo en cuenta solo el peso muerto de la estructura. Para este punto considerar la legislación pertinente, como la Norma Ecuatoriana de la Construcción en lo referente a Geotecnia y Cimentaciones.

#### **1.6.12.9. Trenes de polea - guías de cable – cables**

La máxima deflexión por torsión que la torre puede admitir, en el peor de los casos, debe ser tal que el eje de las poleas o las guías del cable no se desplace más del 20% del mayor diámetro de cable.



#### **1.6.12.10. Cargas**

Para los cálculos se debe considerar todas las cargas estáticas y dinámicas actuantes en los cables, cabinas y torres, así como las cargas producidas por el viento y sismos. Tener en cuenta que la carga horizontal por fricción del cable en movimiento se considera de un 3.0% del total de la carga, mientras que la fricción del cable con los sujetadores normalmente se consideran entre 1.3% y 1.8%. La carga debida a los vehículos en la línea se considera estática y distribuida en las torres.

Para las cargas de viento se debe considerar vientos fuertes y repentinos y de toda dirección, incluso de abajo hacia arriba. Para esta carga se puede utilizar la fórmula empírica  $P_w = V_w^2/16$ , donde  $P_w$  (kg/m<sup>2</sup>) es la presión del viento y  $V_w$  (m/s) es la máxima velocidad del viento sobre la línea. Esta fórmula empírica puede ser ajustada proporcionalmente por cualquier variación en la temperatura o densidad del aire desde 15°C y 1.25 kg/m<sup>3</sup> nominalmente.

Las cargas sísmicas se deben considerar como una fuerza horizontal al nivel del suelo equivalente a 0.08 veces el peso de la edificación, estructura o torre.

#### **1.6.12.11. Números y vanos de torres**

Para su determinación se deberá considerar las limitaciones de gradientes y deflexiones máximas del cable. Además, tener en cuenta que el desplazamiento transversal del cable por la presión del viento se considera de 2 metros en vanos de 200 metros, aumentando 1 metro por cada 50 metros de vano extra.

#### **1.6.12.12. Sujeción de las torres**

Las torres podrán estar sujetas mecánicamente para evitar deflexiones. Los cables flexibles no son aptos para esta aplicación.

#### **1.6.12.13. Corrosión**

El material de la torre deberá contar con protección anticorrosiva en toda superficie, incluyendo las superficies internas de tuberías y agujeros.

#### **1.6.12.14. Procesos de fabricación**

Los procesos de fabricación y montaje de las torres serán similares a los procesos para torres de transmisión eléctrica, los cuales son (Armijos & Ramírez, 2009): cortado, rolado, galvanizado, además de algunas operaciones secundarias.

#### **1.6.12.15. Selección del material**

Para la correcta selección del material, así como para poder determinar los procesos de manufactura específicos, primero hay que determinar (F. Oviedo, comunicación personal, 29 de agosto de 2016):

- Funciones que cumplirá y cargas a las cuales estará sometida la torre
- Propiedades físicas y químicas necesarias, por medio de simulaciones
- Selección de las propiedades más importantes o principales
- Selección del material que cumpla dichas propiedades
- Determinación de los procesos de manufactura específicos
- Determinación de la influencia de dichos procesos en las propiedades del material

#### **1.6.12.16. Cortado**

Mediante este proceso se obtienen los perfiles estructurales de acuerdo a sus planos correspondientes, además de las placas de conexiones. Este proceso se realiza por medio de sierras eléctricas, oxicorte o corte por plasma, dependiendo del material.

#### **1.6.12.17. Rolado**

El proceso de rolado permitirá darle la forma adecuada a la torre.

#### **1.6.12.18. Soldadura**

La soldadura debe ser de tipo helicoidal.

#### **1.6.12.19. Galvanizado**

El recubrimiento para los miembros de las torres convencionales, está gobernado por la norma ASTM A-123 (Armijos & Ramírez, 2009).

#### **1.6.12.20. Operaciones secundarias**

El agujereado, marcado y biselado son obtenidos por métodos convencionales como troquelado, taladrado de acuerdo a los planos correspondientes.

#### **1.6.13. Cimentación**

Se define como cimentación a aquella parte de una estructura que está en contacto directo con el suelo, como se visualiza en la Figura 29 y cuya función es transmitir al terreno las cargas aplicadas a la estructura y toda acción procedente de la misma, sustentándola y garantizando la estabilidad de dicha estructura (Armijos & Ramírez, 2009; Evett & Liu, 2008; Loayza & Zapata, 2012; Tomlinson & Boorman, 2001).



Figura 29. Trabajos de excavación y cimentación para pílona, Bolivia.  
Fuente: (MiTeleférico, 2015)

#### **1.6.13.1. Composición y características**

Una parte importante a considerar en las cimentaciones es la placa base de las columnas, la cual, según la Norma Ecuatoriana de la Construcción, debe ser de un Acero Estructural que cumpla una de las Especificaciones ASTM mencionadas en la sección 1.6.12.1 o también de la ASTM A283/A283 M Grado D.

## CAPÍTULO 2

### 2. SISTEMA QUITO CABLES LÍNEA OFELIA-ROLDÓS

#### 2.1. Ubicación del proyecto

La Línea Ofelia - Roldós, del proyecto "Quito cables" va desde la estación de buses inter parroquiales La Ofelia hasta el sector de la Roldós en una extensión de 3718,96 m, donde se ha establecido una faja de estudio de la configuración del terreno, la planimetría de ubicación de construcciones existentes, detalles que puedan influir en el diseño del proyecto y las alturas de inmuebles en el eje definido para el proyecto. La implantación del proyecto se muestra en la Figura 30.



Figura 30. Ubicación general de la línea Ofelia-Roldós.  
Fuente: Propia.

La línea está conformada por 4 estaciones que son:

1. La Ofelia,
2. La Mariscal,
3. Colinas del Norte
4. La Roldós.

#### 2.1.1. Características generales de la línea Ofelia-Roldós

El teleférico de la línea norte Ofelia Roldas tiene las siguientes características técnicas como se las puede observar en la Tabla 2 y Tabla 3.

Tabla 2. Características generales de la línea Roldós- Ofelia.

Ítem	Características generales	Línea Roldós Ofelia	Unidades
1	Longitud total de la línea	3718,96	m
2	Desnivel entre estación inicial y final	155	m
3	Capacidad máxima del sistema ambos sentidos	5200	pasajeros/hora
4	Número de estaciones intermedia	2	u
5	Estaciones intermedias	La mariscal Colinas del Norte	–
6	Estación motriz	Colinas del Norte	–
7	Estaciones de retorno	Ofelia Jaime Roldós	–
8	Numero de cabinas	136	u
9	Numero de pilonas	28	u

Fuente: EPMMOP

Tabla 3. Características de desempeño de la línea Ofelia-Roldós.

Ítem	Características de desempeño	Línea Roldós-Ofelia	Unidades
1	Capacidad máxima al ascenso	2600	pasajeros
2	Capacidad máxima al descenso	2600	pasajeros
3	Carga Nominal por vehículo	10-800	pasajeros-kg
4	Frecuencia	15	seg
5	Velocidad máxima	5	m/seg
6	Duración del trayecto total dos sentidos	31.4	minutos
7	Distancia entre cabinas	69	m

Fuente: EPMMOP

### 2.1.2. Marco geológico regional

La línea La Ofelia - La Roldós del sistema de transporte público por cable a construirse en el Distrito Metropolitano de Quito se ubica en la Cuenca de Quito, localizada entre el flanco este del volcán Pichincha y el límite oeste del valle interandino. Este espacio físico ha sido descrito y caracterizado en el Informe Preliminar del Estudio definitivo Geológico-Geotécnico, de dos líneas del sistema de transporte público por cable, a construirse en el Distrito Metropolitano de Quito, provincia de Pichincha (U. Católica, 2015) como un ambiente geológico formado por un sistema de fallas activas inversas holocénicas (1,0 a 0,5 millones de años), con buzamiento hacia el oeste y constituido por rocas de tipo lava y depósitos volcánicos heterogéneos de textura gruesa, agrupados en la Formación Machángara, cubiertas por los depósitos de la Formación Cangahua.

### **2.1.3. Estratigrafía y litología**

La estratigrafía en la zona del proyecto está representada por las Formaciones Machángara (Pleistoceno Medio) conformada por los Miembros Volcánicos Basales y Quito, y la Formación Cangahua (Holoceno) (U. Católica, 2015). La litología de la Formación Machángara presenta en el centro norte de la cuenca de Quito, hacia la base, una secuencia de lavas andesíticas, depósitos de avalanchas, flujos de lodo, flujos piroclásticos y lahares (Miembro Volcánicos Basales), sobrepuestos por depósitos fluviales, flujos de lodo menores y más homogéneos, tobas blancas con espesores de hasta 15m, flujos piroclásticos, caída de pómez y cenizas, y oleadas piroclásticas con cenizas de espesores entre 0,2 a 0,5 m (Miembro Quito). Esta secuencia está generalmente cubierta por los depósitos periclinales (que se depositan siguiendo la topografía preexistente) de la Formación Cangahua, que se componen de toba volcánica alterada de alta compactación, de colores amarillento a marrón y granulometría de limo y arena, intercalados con capas de ceniza, pómez, arenas, paleosuelos y en partes flujos de lodo y el material de canales aluviales.

La Cangahua superficial tiene espesores entre 15 a 20 metros y se diferencia de la más antigua y profunda porque estas últimas tienen mayor cementación, coloración marrón intenso y más alto contenido de clastos volcánicos. La Cangahua también forma la matriz de avalanchas, aglomerados y flujos de lodos y presenta fracturas y grietas de compresión que originan caídas de bloques en taludes verticales.

La Cuenca de Quito de dirección general norte-sur presenta en su eje longitudinal mayoritariamente depósitos aluviales, lacustres y lagunares de ceniza, y hacia el este y oeste se ubican las rocas y depósitos volcánicos cubiertos por la Formación Cangahua (DGGM, 1982). También se describen en esta zona depósitos coluviales compuestos de arena y pómez de hasta 5 m de espesor y Cangahua de hasta 30 metros de espesor conformada principalmente por toba de grano medio, color café-amarillo y toba arenosa de una segunda fase de deposición (DGGM, 1980,1978).

### **2.1.4. Geomorfología**

Los materiales descritos en la Cuenca de Quito han sido interpretados de forma similar, como unidades geomorfológicas (U. Católica, 2015), caracterizando el eje longitudinal por la unidad descrita como Cubeta de Relleno, que forma una planicie de origen fluvio - lacustre, sobre la que se distribuye la ciudad de Quito. Al este han sido reconocidas las Vertientes volcánicas acumulativas, de fuerte pendiente y presencia de aglomerados volcánicos cubiertos de piroclastos, afectadas por procesos erosivos, que han desarrollado

narices topográficas lobuladas, con cuestras planas o techos pendientes (en parte de estos espacios se asientan los barrios como el Comité del Pueblo, el Condado, Colinas del Norte, la Roldós, etc.). En esta zona también se describe un Glacis coluvio –aluvial, formado por depósitos de lahares y avalanchas de escombros, proyectados por las quebradas en forma de abanicos, que se interdigitan sobre la planicie lacustre (quebradas Rumihurcu, Chiriyacu, Parcayacu, San Antonio, La Carnicería o la Roldós, etc.) y Techos pendientes, que forman mesetas altas poco inclinadas cubiertas por cangahua. Al oeste se presentan entre otras en la denominada Grada de Quito: Las Cuestras que son superficies dorso-estructurales poco inclinadas, La Vertiente Tectónica del borde occidental de la Cuesta con fuerte pendiente, las Colinas Medias tectonizadas cubiertas de cangahua y el Escarpe de línea de falla con vertientes inclinada susceptibles a deslizamientos.

### **2.1.5. Tectónica**

Como lo determina Villagómez en el 2003 ( U. Católica, 2015), la formación de la Cuenca de Quito está directamente relacionada, con la actividad del sistema de fallas inversas de Quito, cuya expresión morfológica es una serie de lomas alargadas de dirección N – NNE, situadas en el borde este de la ciudad. Esta estructura tectónica ha sido dividida en tres segmentos principales: Lomas Calderón – Catequilla, Lomas Batán – La Bota y Lomas Ilumbisí – Puengasí, por Egüez y Alvarado en 1994 y Villagómez en 2003. Estos segmentos buzan hacia el oeste y probablemente empezaron a propagarse desde el norte en una serie de pulsos, como lo describe Villagómez en el 2003. La tasa de levantamiento máxima del sistema ha sido estimada en 0.8 mm/año y habría iniciado hace 0.5 Millones de años, según Soulas et al. (1991) y Villagómez, (2003) en U. Católica (2015).

El Mapa Tectónico del valle de Quito realizado por Villagómez en el 2003 (U. Católica, 2015) muestra que el trazo de afloramiento del sistema de fallas inversas de Quito, no atraviesa la zona del proyecto. Sin embargo la actividad del sistema de fallas está relacionada, con el alto peligro sísmico identificado en la Cuenca de Quito.

### **2.1.6. Hidrogeología**

Según los estudios anteriores (U. Católica, 2015), el acuífero Centro Norte de Quito está caracterizado, como un acuífero único multicapa, en el que constan dos niveles con buenas características hidrogeológicas. Los dos horizontes acuíferos están relacionados entre sí, ya que casi todos los sedimentos presentes son permeables. El estudio determina que la profundidad media del nivel piezométrico de las aguas en la actualidad oscila entre 5 y 17 m., llegando a 43 m en la zona del aeropuerto. Por su dureza total las aguas en general

son blandas y potables. Igualmente existen pocos puntos con alto contenido bacteriológico, por lo que las aguas deben ser tratadas para el consumo humano.

La cangahua superficial tiene espesores entre 15 a 20 metros y se diferencia de la más antigua y profunda porque estas últimas tienen mayor cementación, coloración marrón intenso y más alto contenido de clastos volcánico. La cangahua también forma la matriz de avalanchas, aglomerados y flujos de lodos y presenta fracturas y grietas de decompresión que originan caídas de bloques en taludes verticales.

La Cuenca de Quito de dirección general norte-sur presenta en su eje longitudinal mayoritariamente depósitos aluviales, lacustres y lagunares de ceniza, y hacia el este y oeste se ubican las rocas y depósitos volcánicos cubiertos por la Formación Cangahua (DGGM, 1982). También se describen en esta zona depósitos coluviales compuestos de arena y pómez de hasta 5 m de espesor y Cangahua de hasta 30 metros de espesor conformada principalmente por toba de grano medio, color café-amarillo y toba arenosa de una segunda fase de deposición (DGGM, 1980, 1978).

Estos materiales han sido interpretados de forma similar como unidades geomorfológicas en la Cuenca de Quito (U. Católica, 2015), caracterizando el eje longitudinal por la unidad descrita como Cubeta de Relleno que forma una planicie de origen fluvio - lacustre, sobre la que se distribuye la ciudad de Quito. Al este han sido reconocidas las Vertientes volcánicas acumulativas de fuerte pendiente y presencia de aglomerados volcánicos cubiertos de piroclastos, afectadas por procesos erosivos que han desarrollado narices topográficas lobuladas con cuesta planas o techos pendientes (en parte de estos espacios se asientan los barrios como el Comité del Pueblo, el Condado, Colinas del Norte, la Roldós, etc.). En esta zona también se describe un Glacis coluvio -aluvial formado por depósitos de lahares y avalanchas de escombros proyectados por las quebradas en forma de abanicos que se interdigitan sobre la planicie lacustre (quebradas Rumihurcu, Chiriyacu, Parcayacu, San Antonio, La Carnicería o la Roldós, etc.) y Techos pendientes que forman mesas altas poco inclinadas cubiertas por cangahua. Al oeste se presentan entre otras en la denominada Grada de Quito: Las Cuestas que son superficie dorso-estructurales poco inclinadas, La Vertiente Tectónica del borde occidental de la Cuesta con fuerte pendiente, las Colinas Medias tectonizadas cubiertas de cangahua y el Escarpe de línea de falla con vertientes inclinada susceptibles a deslizamientos.

### **2.1.7. El peligro sísmico**

El peligro o amenaza sísmica es el más importante para el proyecto, dado la presencia de fallas activas y el nivel de peligro alto determinado, la condición de edificación distinta de



las obras, y la ubicación en ladera y/o en los alrededores de suelos de poca compacidad y saturados de algunas pilonas. Este nivel de peligro alto está caracterizado por la ubicación en la zona sísmica V, con un factor  $z$  igual a  $0,4g$ , que representa la aceleración sísmica máxima en roca esperado para el sismo de diseño, para un 10% de probabilidad de excedencia en 50 años (NEC, 2015; U. Católica, 2015). De otra parte, el estudio de la microzonificación sísmica del Distrito Metropolitano de Quito, muestra la respuesta de los depósitos de suelo, a través de varios factores ( $F_a$ ,  $F_d$ ,  $F_s$ ), que sirven para determinar el espectro de diseño y caracterizar la sismicidad local (NEC, 2015).

Con anterioridad a estos resultados, el estudio histórico de la sismicidad ha demostrado también, que la Cuenca de Quito, se ubica en una zona de Intensidades sísmicas máximas de IX, como lo muestra el Mapa de distribución de las Intensidades Máximas en el Ecuador, elaborado por Egred en 1991 (Bonilla y Ruiz, 1992).

Para mitigar el riesgo sísmico se recomienda el diseño sismo resistente de las obras, especialmente las pilonas, en base a la norma ecuatoriana de la construcción vigente, código -SE-DS (NEC, 2015).

#### **2.1.8. El peligro volcánico**

El peligro volcánico para el proyecto, está relacionado con la caída de ceniza proveniente, de los volcanes activos y potencialmente activos, de la parte norte de los Andes ecuatorianos, principalmente el Guagua Pichincha, El Cotopaxi, el Tungurahua, el Reventador, y por lahares secundarios provenientes del Guagua Pichincha. El mapa de Peligros Volcánicos del Volcán Guagua Pichincha-Ecuador, escala 1:60.000 (IG-EPN, DGP-SUIM, 1999), muestra para la zona del proyecto una acumulación máxima de caída de piroclastos (ceniza, arena, piedras) de 10 cm, peligro extremo o alto por flujo de lodos y escombros secundarios (lahares), en el tramo inferior de las quebradas Rumihurcu, Chiriyacu, Parcayacu o Grande, San Antonio, la Carnicería o el Rancho, peligro moderado para el sector de Quito Tennis y bajo para el Condado.

El peligro extremo por lahares significa impacto directo del flujo, llevando materiales gruesos a alta velocidad y alturas importantes, el peligro moderado corresponde a menor energía y depositaciones de lodo mayores a 25 cm, y el peligro bajo son zonas de inundación, con alturas de depositación menores a 25 cm.

Sin embargo los niveles de peligro alto están mayormente fuera del trazado de la línea (quebradas San Antonio, Carnicería o el Rancho) y han sido reducidos a través de las obras de mitigación para lahares, realizadas en varias quebradas (Quebrada Rumihurcu) por el Distrito Metropolitano de Quito, dentro del programa Manejo de Laderas llevado a

cabo durante los años anteriores. Por otra parte la caída de ceniza en un sitio depende, entre otros parámetros, de la altura de la columna de emisión y de la dirección de los vientos durante y después de la erupción. La afectación por caída de ceniza del Guagua Pichincha sería, al menos parecida, a lo ocurrido en el norte de Quito después de las erupciones de 1999 (espesor entre 1 a 3 mm).

Para reducir el riesgo volcánico por lahares secundarios se recomienda alejar lo más posible, el sitio de implantación de pilonas de las márgenes de la quebrada Parcayacu.

### **2.1.9. El peligro por deslizamientos**

El peligro relativo o susceptibilidad por movimientos en masa es mayormente bajo, hasta la pylona 17 (70% de la línea), pero medio a fuerte en pequeñas partes, para el tramo entre la quebrada San Antonio (Estación Colinas del Norte, pylona 18), hasta la quebrada la Carnicería (Pylona 26 antes de la estación La Roldós), por estar ubicado en laderas con pendientes generales de aproximadamente 30 grados (U. Católica, 2015). Sin embargo no se observa en todo el trazado de la línea, ningún deslizamiento activo, ni inactivo, ni antiguo o/y relicto. Para la pylona 18 y la estación Colinas del Norte ubicadas al borde de la ladera y en terreno conformado en parte por relleno no compactado se recomienda un análisis de estabilidad del sitio y la identificación de las obras de estabilización. Para la pylona 26 ubicada al borde de la ladera, se recomienda también el análisis de estabilidad del sitio, para identificar la estabilidad.

El peligro (susceptibilidad) por inundaciones, debido a escorrentía superficial en zona urbana, está identificado como medio en los alrededores de la estación de la Ofelia y en los tramos inferiores de las quebradas Chiriyacu, Parcayacu, San Antonio (barrios el Condado, Quito Tenis y Golf club, Colegio Militar Parcayacu, Justicia Social (U. Católica, 2015). Sin embargo este nivel de susceptibilidad para la estación la Ofelia ha sido disminuido, con las obras de alcantarillado nuevas como la de la quebrada el Colegio y otras. Los otros sitios están mayormente fuera del trazado de la línea.

## **2.2. Pilonas o torres**

Las pilonas son las estructuras que transmiten las cargas desde el cable hacia el suelo.

El tipo de pilonas a utilizar es con perfiles tubulares de sección variable, con transiciones cónicas, de forma que el montaje se pueda realizar de forma modular.

Cada pylona se compone de una placa base, los perfiles necesarios para alcanzar la altura requerida, bridas de sujeción entre perfiles del mismo diámetro, las transiciones cónicas necesarias y una brida de sujeción para la cabeza de la pylona.

Estas estructuras deben ser lo suficientemente robustas para soportar los movimientos sísmicos de la región.

El material a utilizar en las pilonas es un acero estructural ASTM A572 grado 50 o equivalente, laminado en caliente. Este material tendrá un recubrimiento de galvanizado, para garantizar resistencia a las condiciones atmosféricas. Este material se utilizará tanto para los perfiles como para las bridas de sujeción y placa base. A continuación se muestra en la Tabla 4 un resumen de las especificaciones técnicas de cada una de las 28 pilonas que serán ubicadas en la línea norte Ofelia- Roldós

Tabla 4. Datos técnicos de las Pilonas para la línea Ofelia Roldós.

Pilona	Tipo	Norte	Este	Nt	Altura de plintos [m]	Nm	Altura de torres [m]	Inclinación [°]
1	Soporte	9987807	501320,8	2750,12	3	2753,12	9,73	0
2	Soporte	9987822	501301,9	2748,95	3	2751,95	10,96	0
3	Soporte	9987906	501191,9	2746,12	3	2749,12	20	0
4	Soporte	9988034	501023,8	2733,58	3	2736,58	28	0
5	Soporte	9988185	500825,5	2728,41	3	2731,41	29,7	0
6	Soporte	9988285	500693,2	2723,69	3	2726,69	23,89	0
7	Compresión	9988337	500625,2	2721,59	3	2724,59	21,25	0
8	Compresión	9988389	500557,5	2720,18	3	2723,18	6,16	0
9	Soporte	9988428	500505,5	2715,56	3	2718,56	11,23	0
10	Soporte	9988450	500476,5	2714,11	3	2717,11	16,39	0
11	Soporte	9988496	500416,8	2713,3	3	2716,3	23,3	2,86 izq
12	Soporte	9988625	500246,7	2721,85	3	2724,85	32,1	0
13	Soporte	9988737	500100,2	2728,17	3	2731,17	31,16	0
14	Soporte	9988868	499927,8	2732,26	3	2735,26	28,72	0
15	Soporte	9989009	499743,5	2736,22	3	2739,22	27,55	0
16	Soporte	9989075	499656,3	2731,61	3	2734,61	32,84	0
17	Soporte	9989219	499467,7	2736,46	3	2739,46	24,41	0
18	Soporte	9989414	499211,5	2793,34	3	2796,34	5,92	5,71izq
19	Compresión	9989467	499173,9	2792,75	3	2795,75	8,49	0
20	Compresión	9989499	499163,9	2795,95	3	2798,95	10,52	11,31 izq
21	Soporte	9989562	499144,3	2801,39	3	2804,39	26,37	14,04 izq
22	Soporte	9989681	499107,4	2843,34	3	2846,34	21,72	14,04 izq
23	Soporte	9989805	499068,9	2888,67	3	2891,67	14,36	11,31 izq
24	Soporte	9989878	499046,4	2898,23	3	2901,23	15,06	-2,86
25	Soporte	9989944	499026	2882,76	3	2885,76	26,56	0
26	Soporte	9990165	498957,2	2859,67	3	2862,67	22,77	0
27	Soporte	9990307	498913,3	2861,82	3	2864,82	24,7	0
28	Soporte	9990372	498893,1	2871,99	3	2874,99	9,16	0

Fuente: EPMOP.

## CAPÍTULO 3

### 3. SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS

Se tiene los siguientes componentes mecánicos para el funcionamiento de la línea norte Ofelia Roldós:

- Trenes de poleas o balancines
- Vías principales
- Vehículos o cabinas
- Cables
- Sistema motriz
- Sistema Volante

#### 3.1. Trenes de poleas o balancines

A continuación, se muestra la Tabla 5 y Tabla 6 con el resumen de las tipologías y la ubicación de los trenes de poleas diseñados.

Tabla 5. Asignación del tipo de tren de poleas para las 28 pilonas.

<b>Pilona</b>	<b>Tipo de tren de poleas</b>	<b>Codificación</b>
P01	Tren de 12 poleas a compresión	C12D420
P02	Tren de 12 poleas a tracción	T10D550
P03	Tren de 10 poleas a tracción	T10D550
P04	Tren de 10 poleas a tracción	T10D550
P05	Tren de 10 poleas a tracción	T10D550
P06	Tren de 6 poleas a tracción	T6D550
P07	Tren de 10 poleas a tracción	T10D550
P08	Tren de 12 poleas a compresión	C12D420
P09	Tren de 12 poleas a compresión	C12D420
P10	Tren de 6 poleas a tracción	T6D550
P11	Tren de 6 poleas a tracción	T6D550
P12	Tren de 10 poleas a tracción	T10D550
P13	Tren de 8 poleas a tracción	T8D550
P14	Tren de 10 poleas a tracción	T10D550
P15	Tren de 8 poleas a tracción	T8D550
P16	Tren de 8 poleas a tracción	T8D550
P17	Tren de 8 poleas a tracción y 8 a compresión	C8D420/T8D550
P18	Tren de 12 poleas a tracción	T12D550
P19	Tren de 12 poleas a compresión	C12D420
P20	Tren de 10 poleas a compresión	C10D420
P21	Tren de 6 poleas a tracción	T6D550

Tabla 5. Asignación del tipo de tren de poleas para las 28 pilonas(continuacion).

P22	Tren de 6 poleas a tracción	T6D550
P23	Tren de 10 poleas a tracción	T10D550
P24	Tren de 12 poleas a tracción	T12D550
P25	Tren de 8 poleas a tracción	T8D550
P26	Tren de 8 poleas a tracción y 8 a compresión	C8D420/T8D550
P27	Tren de 10 poleas a tracción	T10D550
P28	Tren de 8 poleas a tracción y 8 a compresión	C8D420/T8D550

Fuente: EPMOP.

Tabla 6. Resumen de asignación de los trenes de poleas.

Tipología	Ubicación en las pilonas
Trenes de poleas a tracción	Pilonas: P2-P3-P4 - P5-P6-P7-P10- P11- P12-P13-P14-P15-P16- P18-P21-P22-P23-P24-P25-P27
Trenes de poleas a compresión	Pilonas: P1 - P8- P9- P19-P20
Trenes de poleas a tracción/compresión	Pilonas: P17-P16-P28

Fuente: Propia.

## 3.2. Vías principales

### 3.2.1. Línea recta de aceleración y desaceleración de vehículos

#### 3.2.1.1. Tipologías de diseño

La Línea de aceleración y desaceleración de vehículos es un sistema diseñado de manera modular, constituidos por conjuntos dispuestos de tal manera que se conforma una viga de ruedas de fricción, se categorizan tres módulos o tipologías según su funcionalidad y ubicación. En la Tabla 7 se detallan las tres tipologías con la cantidad de módulos que constituyen el sistema dentro de cada estación.

Tabla 7. Tipología de las vías principales, línea recta.

Módulo	Cantidad por estación		
	Retorno	Motriz	Intermedia
MR1	4	8	8
MR2	64	164	128
MC1	2	0	4

Fuente: Propia.

Donde:

MR 1=Módulo recto captador de potencia.

MR 2=Módulo recto de transmisión de potencia.

MC 1=Módulo curvo / fin de la línea recta.

El objetivo de categorizar los conjuntos es; lograr una construcción modular de las estaciones, disminuyendo tiempos de ensamble y de montaje, facilitar el mantenimiento y recambio de elementos obsoletos, como se visualiza en la figura 31.

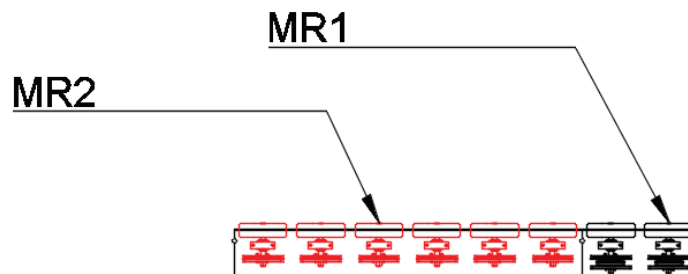


Figura 31. Esquema de los módulos de la línea recta.

Fuente: Propia.

### 3.2.2. Subsistema cadencia

#### 3.2.2.1. Tipologías de diseño

El diseño del sistema de cadencia se realiza de manera modular, mediante conjuntos constituidos y dispuestos de tal manera que se conforma una viga curva de ruedas de fricción, permitiendo desplazar los vehículos a bajas velocidades en la zona de embarque y desembarque de pasajeros, se categorizan cinco módulos o tipologías según su funcionalidad y ubicación. En la Tabla 8, se detallan las siete tipologías con la cantidad de módulos que constituyen el sistema dentro de cada estación.

Tabla 8. Tipología de las vías principales, cadencia.

Módulo	Cantidad por estación		
	Retorno	Motriz	Intermedia
MR2	1	0	0
MC1	4	0	4
MC2	12	0	42
MC3	10	0	44
MC4	4	0	0
MC5	2	0	0

Fuente: Propia.

Donde:

MR 2=Módulo recto de transmisión de potencia.

MC 1=Módulo curvo / fin de la línea curva.

MC2 =Módulo curvo / fricción

MC3 =Módulo curvo / cambio de giro

MC4 =Módulo curvo / acople módulo recto

MC5 =Módulo recto de regulación

El objetivo de categorizar los conjuntos es; lograr una construcción modular de las estaciones, disminuyendo tiempos de ensamble y de montaje, facilitar el mantenimiento y recambio de elementos obsoletos, como se muestra en la figura 32.

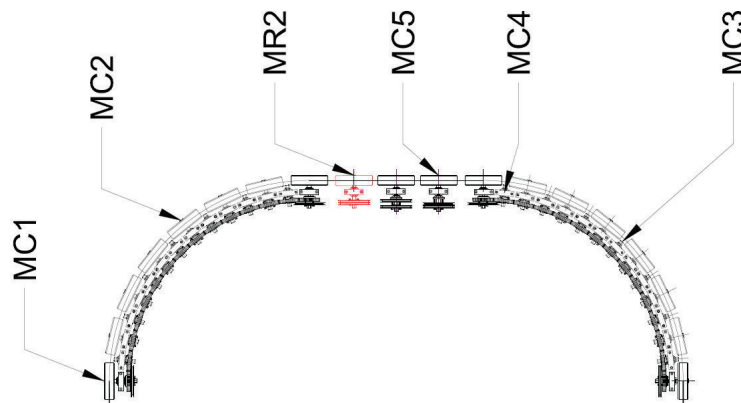


Figura 32. Esquema de los módulos de cadencia.

Fuente: Propia.

### 3.3. Vehículos o cabinas

El sistema vehículo se define como el conjunto de subsistemas tales como pinza desembragable, brazo de suspensión y cabina. Tiene como objetivo fundamental transportar a los pasajeros alojados en la cabina mediante un sistema de sujeción y un sistema de amortiguamiento.

### 3.4. Cables

#### 3.4.1. Parámetros de diseño

Los parámetros considerados para dimensionar y determinar las características del cable portador-tractor son:

- Factor de seguridad mínimo de 4, según la norma EN 12927-2.
- Relación entre el diámetro del cable y garganta de poleas (para facilidad de fabricación y montaje).
- Tensión máxima aplicada con efectos dinámicos de 511 kN.
- Tensión de trabajo de 439.5 kN.
- Cable de cordones con alma textil o de polímero sólido (norma EN 12927-1)
- Clase del cable 1960 N/mm<sup>2</sup>; 6x19, 6x7 o 6x36 (norma EN 12385-8)

### 3.4.2. Especificación del cable portador-tractor

En base al factor de seguridad especificado, se calcula la tensión mínima de ruptura como sigue:

$$T_{u_{min}} = FS * T_{max} = 4 * 511 = 2044 \text{ kN}$$

Se define un cable de las siguientes características:

Tabla 9. Especificaciones del cable portador-tractor.

Tipo de cable	Torones, 6x36 con alma compacta de polímero
Material	Acero galvanizado
Diámetro externo	54 mm
Tensión mínima de ruptura	2044 Kn
Peso por metro lineal máximo	12.5 kg/m
Longitud Ofelia-Colinas	5459 m
Longitud Colinas-Roldós	2079 m
Factor de seguridad	4

Fuente: Propia.

### 3.5. Sistema motriz

Es el motor eléctrico principal que cumple la función de transformar energía eléctrica en energía mecánica para dar movimiento, a través del reductor, al volante motriz doble el cual da movimiento al cable tractor-portador y todos sus elementos de carga.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones mínimas, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dicho equipo:

- Corriente alterna
- Voltaje de alimentación 400/690 V
- Potencia nominal mínima de 980 kW
- Frecuencia 50-60Hz,
- Clase Térmica: 155(F) a 155(F)
- Torque mínimo del motor de 6273 Nm



- Factor de servicio: 100
- Norma de refrigeración IC411: Refrigeración de circuito abierto auto ventilado
- Corriente Nominal: VD 954 A
- Eficiencia acorde a IEC 60034-2-1: 5/4: 96.3%, 4/4: 96.6%, 3/4:96.7%, 2/4: 96.3%
- Factor de Potencia: 5/4: 0.89, 4/4: 0.89, 3/4:0.85, 2/4: 0.78
- Momento de inercia: 28 kg\*m<sup>2</sup>
- Material del Bobinado: Al
- Dirección de Rotación: Ambos
- Intervalo de Re lubricación: 6000 h / 40g
- Altura de instalación: 2800 m
- Grado de protección: IP55
- Sección transversal máxima del conductor (IEC): 240mm<sup>2</sup>

Los equipos deben cumplir con las normas: IEC, DIN, ISO, VDE, IEEE, UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, todas las partes, UNE-EN 12929-1: dispositivos de aceleración, y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

### **3.6. Sistema Volante**

#### **3.6.1. Volante simple**

El volante simple está ubicado en las estaciones de retorno y está encargado de tensar el sistema y guiar el cambio de dirección del cable.

El volante simple posee una sola garganta.

La vibración del volante debe estar dentro de rangos normales de vibración para el conjunto de la maquinaria.

El volante deben garantizar una vida útil de mínimo de 500 000 ciclos de tensión.

El volante debe estar recubierto de caucho o de un material sintético similar. La altura de la garganta debe ser igual como mínimo al diámetro del cable. Además el volante debe ser montado de tal que se oponga al descarrilamiento del cable.

El volante debe ser colocado de tal forma que permita la rotación a partir del eje tubular que se encuentra acoplado a un reductor en la parte superior del volante.

Para la transmisión de la fuerza tangencial el volante debe poseer un coeficiente de rozamiento admisible que asegure un movimiento continuo y sin deslizamiento a cargas críticas. Por lo tanto, el volante debe estar recubierto de caucho o de un material sintético similar.

El volante debe poseer una corona que permita al motor eléctrico principal acoplarse a un sistema motriz de emergencia como se especifica en la norma EN-2929-1. Este volante debe poseer un sistema de frenado por fricción, la superficie de frenado en los elementos que componen el sistema debe ser mecanizada y montados con precisión a las tolerancias dadas por la holgura de los frenos.

### **3.6.2. Volante doble**

El volante doble está ubicado en la estación motriz y está encargado de transmitir el movimiento a partir del reductor, además de ello es un volante de doble garganta lo que significa que se une a dos cables de la línea.

#### **3.6.2.1. Descripción**

El volante doble posee dos gargantas. El volante debe ser colocado de tal forma que permitir la rotación a partir del eje tubular que se encuentra acoplado a un reductor en la parte superior del volante.

La vibración del volante debe estar dentro de rangos normales de vibración para el conjunto de la maquinaria.

El volante deben garantizar una vida útil de mínimo de 500 000 ciclos de tensión.

El volante debe estar recubierto de caucho o de un material sintético similar. La altura de la garganta debe ser igual como mínimo al diámetro del cable. Además el volante debe ser montado de tal que se oponga al descarrilamiento del cable.

Para la transmisión de la fuerza tangencial el volante debe poseer un coeficiente de rozamiento admisible que asegure un movimiento continuo y sin deslizamiento a cargas críticas. Por lo tanto, el volante debe estar recubierto de caucho o de un material sintético similar.

El volante debe poseer una corona que permita al motor eléctrico principal acoplarse a un sistema motriz de emergencia como se especifica en la norma EN-2929-1. Este volante debe poseer un sistema de frenado por fricción, la superficie de frenado en los elementos que componen el sistema debe ser mecanizada y montados con precisión a las tolerancias dadas por la holgura de los frenos.

## **CAPÍTULO 4**

### **4. PROCESOS DE MONTAJE Y ENSAMBLAJE INVOLUCRADOS**

#### **4.1. Descripción general de las actividades**

Se debe realizar una planificación de las actividades con los recursos necesarios para lograr culminar todas las fases del proyecto, así como las verificaciones previas del arranque y operación estable y óptima a partir la de recepción provisional, incluyendo el mantenimiento preventivo del proyecto en el periodo comprendido entre la recepción Provisional y definitiva que es de un plazo de 180 días.

##### **4.1.1. Control previo**

Esta actividad consiste en hacer un control topográfico con el objetivo de verificar de manera exacta la posición de los elementos que existen en el bloque de anclaje a fin de verificar la precisión que se requiere para el montaje de las pilonas.

##### **4.1.2. Verificación de calidad ,revisión y corrección de las piezas**

En esta etapa se debe verificar la codificación de los elementos

Es frecuente en una actividad como el montaje de equipos mecánicos, detectar la necesidad de reparar desperfectos en el sitio del terreno, ocasionados durante el transporte, carga o manipulación, etc.

##### **4.1.3. Orden previo al montaje**

Para montar una estructura, las piezas o componentes deber ser enviadas desde la fábrica, en forma que quede perfectamente organizadas en el sitio de almacenamiento previo al montaje.

##### **4.1.4. Traslado al sitio de la obra**

Los medios para materializar el traslado, varían de acuerdo a las característica de los elementos estructurales (tamaño, peso, forma, etc.), lo que a su vez determina la utilización de los diferente equipos para realizar maniobras.

##### **4.1.5. Pre-ensamble para la reducción de los tiempos de instalación**

El pre armado consiste en unir ya sea en bodega o en el mismo sitio de montaje, varios elementos consecutivos de una sección de la estructura a nivel del suelo, con el propósito de levantar un elemento de mayor tamaño. Esto permite reducir los tiempos de las maniobras de montaje, obteniendo un aumento en el rendimiento de la obra.

#### **4.1.6. Procedimiento para las actividades de montaje mecánico**

Se determinaran las actividades a realizar en el montaje mecánico y puesta a punto de los equipos establecidos, según los rubros estimados y los plazos acordados en el cronograma de obra, cumpliendo con las especificaciones técnicas y los estándares de control de calidad y seguridad industrial.

Este procedimiento es aplicado a todas las actividades relacionadas con la parte mecánica y puesta a punto, las cuales se deben realizar durante la realización del proyecto.

Se debe efectuar en forma detallada la verificación de la información a fin de que se encuentre completa dicha información con el fin de realizar las siguientes actividades.

Inspección de equipos, materiales, herramientas a utilizar a fin de constatar que cumpla con las especificaciones técnicas requeridas en los planos aprobados para la construcción y los listados de materiales

#### **4.1.7. Montaje y alineamiento**

Es el proceso mediante el cual se ubica cada pieza en su posición definitiva dentro de una estructura. Este trabajo es hecho por un grupo especializado de técnicos quienes guiándose por los planos de montaje hechos por el fabricante, identifican cada pieza y la hacen calzar en la estructura. En este procedimiento generalmente participa un grupo de apoyo que selecciona el material requerido y guía al equipo de izamiento para elevar la carga en la posición adecuada. Finalmente el personal que se ubica en posiciones seguras sobre la estructura, guía la pieza a su posición final, asegurándola con un conector temporal y por último liberarla de la grúa.

#### **4.1.8. Montaje del sistema de desvío del cable**

Se deben considerar los principales lineamientos y generalidades con respecto al montaje y condiciones de seguridad para los trabajadores relacionados a este ensamble y montaje

Para el montaje de este conjunto de elementos se requieren de infraestructura de apoyo, requiere de personal para el armado y de un técnico especializado para la calibración y alineamiento de las poleas, de tal manera que el cable sea desviado verticalmente 5° con respecto a la horizontal, de manera similar generar un desvío hacia el centro de la estación guiando al cable hacia los volantes simples de retorno.

El mínimo de conjuntos que conforman el sistema son los siguientes:

Tabla 10. Conjuntos polea-tractor-motriz.

Descripción	Unidad	Cantidad
Suministro conjunto polea tractor motriz (PTM)	U	4
Suministro conjunto polea tractor motriz (PT)	U	6
Suministro conjunto polea horizontal (PH)	U	2
Suministro conjunto 4 polea horizontal (PH4)	U	2

Fuente: Propia.

#### 4.1.8.1. Mano de obra

- Especialista en alineación de vías principales
- Técnico especialista para ensamble de vías principales
- Ayudante de instalaciones mecánicas

#### 4.1.8.2. Equipos y herramientas

- Equipo de metrología
- Herramienta menor
- Laser de alineación para poleas
- Prensa hidráulica 10 ton
- Teclé
- Torcómetro digital
- Andamios, módulos metálicos

#### 4.1.9. Ensamble y montaje del volante

Una vez obtenido el suministro de los elementos que forman parte del volante se procede al ensamble de los diferentes elementos como, ejes fijados con su respectiva tolerancia conjuntamente con rodamientos, bocines, etc.

Se realiza el armado de los perfiles tipo C a las placas del volante, con elementos de sujeción como pernos, arandelas, tuercas, etc.

Se realiza el recubrimiento del volante con un caucho o un material sintético similar en la zona de contacto con el cable. La garganta del recubrimiento debe tener una profundidad de mínimo el diámetro del cable (54 mm).

El montaje del volante debe asegurar que en ningún caso se produzca el descarrilamiento del cable.

Una vez realizado el ensamble de las principales partes se procede con el montaje del volante, para ello se requiere de una grúa móvil que ubica el volante en la parte superior de la estación fija. El volante se acopla al eje del reductor mediante elementos de sujeción,

se coloca la tapa inferior de fundición de acero con sus elementos de sujeción correspondientes y finalmente se lubrica todo el sistema

El montaje de este volante debe estar a una inclinación de 0° con respecto a la horizontal y con el equipo correspondiente se debe realizar la respectiva calibración del volante con respecto a las poleas de desvío de cable.

#### **4.1.9.1. Mano de obra**

Se necesita como mínimo la siguiente mano de obra:

- 1 especialista en montaje de volantes
- 1 especialista auxiliar de alineación
- 4 ayudante de instalaciones mecánicas
- 1 operador de maquinaria tipo 1

#### **4.1.9.2. Equipos y herramientas**

Los equipos y herramientas mínimos necesarios para el montaje son los siguientes:

- Equipo de metrología
- Grúa móvil 10 ton
- Herramienta menor
- Laser de alineación para poleas
- Prensa hidráulica 10 ton
- Torcómetro digital

#### **4.1.10. Ensamble y montaje de las vías principales**

Se instalará los elementos necesarios para transmisión de movimiento, potencia y que soportes serán instalados de acuerdo a la norma UNE-EN 13223.

El sistema se coloca dentro de la estación motriz, se colocan una viga de neumáticos larga que permite el desplazamiento y retorno de la cabina a través en la estación. La instalación requiere de personal para el ensamble y armado de los módulos motrices sobre los soportes, además se requiere de un técnico especializado para la calibración y alineamiento de la viga de neumáticos y poleas, el sistema debe ser capaz de reducir la velocidad de 5 m/s a 0.25 m/s.

En la línea recta debe haber 35 módulos rectos por línea, colocados cada 0.5 m en la línea recta, y en la zona curva se van ubicando de tal manera que los dientes de los engranajes engranen perfectamente.

Las bandas de transmisión de movimiento deben irse colocando de tal manera se asegure la tensión apropiada de tal manera que no exista el deslizamiento.

Se va a ensamblar los siguientes elementos:

Tabla 11. Conjuntos de las vías principales.

Descripción	Unidad	Cantidad
Suministro conjunto módulo recto 1 (MR1)	U	4
Suministro conjunto módulo recto 2 (MR2)	U	65
Suministro conjunto módulo curvo 1 (MC1)	U	4
Suministro conjunto módulo curvo 2 (MC2)	U	12
Suministro conjunto módulo curvo 3 (MC3)	U	10
Suministro conjunto módulo curvo 4 (MC4)	U	4
Suministro conjunto módulo curvo 5 (MC5)	U	2
Suministro de soportes vías principales/ estaciones de retorno	U	1

Fuente: Propia.

#### 4.1.10.1. Mano de obra

Se necesita como mínimo la siguiente mano de obra:

- Especialista en alineación de vías principales
- Especialista para ensamble de vías principales
- Especialista auxiliar de alineación
- Ayudante de instalaciones mecánicas
- Operador de maquinaria tipo 1

#### 4.1.10.2. Equipos y herramientas

Los equipos y herramientas mínimos necesarios para el montaje son los siguientes:

- Equipo de metrología
- Grúa móvil 10 ton
- Herramienta menor
- Laser de alineación para poleas
- Prensa hidráulica 10 ton
- Tecele
- Torcómetro digital

#### 4.1.11. Montaje motor principal

El suministro del motor principal será receptado en la ciudad de Quito en el lugar de montaje.

El suministro consta del equipo principal citado, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, acoples mecánicos, y transmisión por cardán entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones mínimas, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dicho equipo:

- Corriente alterna
- Voltaje de alimentación 400/690 V
- Potencia nominal mínima de 980 kW
- Frecuencia 50-60Hz,
- Clase Térmica: 155(F) a 155(F)
- Torque mínimo del motor de 6273 Nm
- Factor de servicio: 100
- Norma de refrigeración IC411: Refrigeración de circuito abierto auto ventilado
- Corriente Nominal: VD 954 A
- Eficiencia acorde a IEC 60034-2-1: 5/4: 96.3%, 4/4: 96.6%, 3/4:96.7%, 2/4: 96.3%
- Factor de Potencia: 5/4: 0.89, 4/4: 0.89, 3/4:0.85, 2/4: 0.78
- Momento de inercia: 28 kg\*m<sup>2</sup>
- Material del Bobinado: Al
- Dirección de Rotación: Ambos
- Intervalo de Re lubricación: 6000 h / 40g
- Altura de instalación: 2800 m
- Grado de protección: IP55
- Sección transversal máxima del conductor (IEC): 240mm<sup>2</sup>

Los equipos deben cumplir con las normas: IEC, DIN, ISO, VDE, IEEE, UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, todas las partes, UNE-EN 12929-1: dispositivos de aceleración, y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.



#### **4.1.11.1. Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- Motor 980 kW voltaje 400/690 V fs:100%

#### **4.1.11.2. Mano de obra**

- 3 ayudante de instalaciones eléctricas
- 1 técnico de instrumentación
- 2 técnico de alineación de equipos mecánicos
- 2 técnico de instalaciones eléctricas
- 3 ayudante de instalaciones mecánicas
- 1 ayudante de instrumentación
- 1 técnico de instalaciones mecánicas

#### **4.1.11.3. Equipos y herramientas**

- Equipo de metrología ayudante de instalaciones eléctricas
- Torcómetro
- Herramienta menor para procesos eléctricos
- Herramienta menor para instrumentación
- Herramienta menor para procesos mecánicos
- Teclé
- Equipo de alineación laser

#### **4.1.12. Montaje variador de velocidad**

El suministro del variador de velocidad será receptado en la ciudad de Quito en el lugar de montaje.

El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dicho equipo:

- El Variador de Velocidad (sistema de paquete totalmente integrado) en general mantendrá las siguientes características como mínimo:
- Valor de distorsión armónica en corriente < 5%
- Valor de distorsión armónica en voltaje <3 %

- Factor de potencia a la entrada del Variador de Frecuencia a niveles de carga superiores al 15%  $\geq 0,95$ .
- Rango permisible de variación en frecuencia 0-65 Hz
- Eficiencia de todo el conjunto de variador  $\geq 96\%$ .
- El Variador debe operar en un rango de temperatura ambiente entre 0 °C a 40 °C (32 °F a 104 °F) y con una humedad relativa de hasta 95% (sin condensación).
- El equipo debe ser capaz de operar en un rango de altura de 0 a 3000 m sobre el nivel del mar sin menoscabo de la capacidad nominal.
- Debe ser capaz de soportar aceleraciones verticales y horizontales correspondientes a la Zona Sísmica 4 sin producir movimiento lateral o giro alguno.
- El Variador deberá aceptar voltajes de planta nominales trifásicos de: 400/690 VAC, 50-60 Hz.
- La tolerancia del voltaje de entrada debe ser  $\pm 10\%$  del voltaje nominal de la línea.
- El voltaje de control para alimentar el sistema de enfriamiento del Variador y sus circuitos de control preferentemente deberá ser provisto por el mismo conjunto modular.

Los datos principales del motor a ser comandado:

- Numero de fases: 3
- Voltaje de alimentación: 400/690 V
- RPM: 1492
- Potencia: 980Kw
- Corriente Nominal: 906 Amp

Los equipos deben cumplir con las normas ANSI e IEEE 519-1992, Control de armónicos, y permitir un control del sistema que garantice el cumplimiento de la norma UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, Parte 7: Mando y regulación, Parte 10: Tipos de parada, Parte 17: Equipamiento de las estaciones, UNE-EN 12929-1: dispositivos de aceleración y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

#### **4.1.12.1. Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- Variador de frecuencia para motor 980 kW, 400/690 V, 50/60 Hz, IEEEE519

#### **4.1.12.2. Mano de obra**

- 2 ayudante de instalaciones eléctricas
- 1 técnico de instrumentación
- 1 técnico de instalaciones eléctricas
- 2 ayudante de instrumentación

#### **4.1.12.3. Equipos y herramientas**

- Equipo de metrología
- Herramienta menor para procesos eléctricos
- Herramienta menor para instrumentación

#### **4.1.13. Montaje reductor de velocidad**

El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, acoples, conexiones de transmisión mecánica entre máquinas, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dicho equipo:

- Engranajes planetarios
- Reducción y transmisión suave y segura de velocidad desde el motor principal hasta el volante motriz.

Los equipos deben cumplir con las normas AGMA, ISO 6336, Todas las partes, UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, Parte 6.8: Reductores, y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

#### **4.1.13.1. Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- Reductor vel-IN:1500 VEL-OUT:20rpm R:72, POT890KW FS:100%

#### **4.1.13.2. Mano de obra**

- Ayudante de instalaciones eléctricas
- Técnico de instrumentación
- Técnico de alineación de equipos mecánicos
- Técnico de instalaciones eléctricas
- Ayudante de instalaciones mecánicas
- Ayudante de instrumentación
- Técnico de instalaciones mecánicas

#### **4.1.13.3. Equipos y herramientas**

- 2 equipo de metrología
- 1 torcómetro
- 1 herramienta menor para procesos eléctricos
- 1 herramienta menor para instrumentación
- 3 herramienta menor para procesos mecánicos
- 2 grúa móvil de 20ton
- 1 equipo de alineación laser

#### **4.1.14. Montaje sistema de lubricación del reductor**

El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, acoples, conexiones de transmisión mecánica entre máquinas, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para la bomba:

- Voltaje de alimentación de 400V,
- Frecuencia: 60 Hz

- Revoluciones por min: al menos 1800 RPM

Los equipos deben cumplir con las normas API610 / ISO 13709, UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, Parte 6.8: Reductores, y/o normas equivalentes o equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

#### **4.1.14.1. Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- Bomba de aceite SAE 90 de 5hp
- Filtro de aceite SAR 90

#### **4.1.14.2. Mano de obra**

- Ayudante de instalaciones eléctricas
- Técnico de instrumentación
- Técnico de alineación de equipos mecánicos
- Técnico de instalaciones eléctricas
- Ayudante de instalaciones mecánicas
- Ayudante de instrumentación
- Técnico de instalaciones mecánicas

#### **4.1.14.3. Equipos y herramientas**

- 1 tecla
- 3 equipo de metrología
- 2 herramienta menor para procesos eléctricos
- 2 herramienta menor para instrumentación
- 3 herramienta menor para procesos mecánicos

#### **4.1.15. Montaje sistema de refrigeración del reductor: ventilador y radiador**

El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, acoples, conexiones de transmisión mecánica entre máquinas, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dichos equipos:

- Voltaje de alimentación de 400V,
- Frecuencia: 60 Hz

Los equipos deben cumplir con las normas UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, Parte 6.8: Reductores, normas ANSI para ventiladores y radiadores o equivalentes y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

##### **4.1.15.1. Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- Ventilador y radiador, con sistema de refrigeración 400V, 60Hz

##### **4.1.15.2. Mano de obra**

- Ayudante de instalaciones eléctricas
- Técnico de instrumentación
- Técnico de alineación de equipos mecánicos
- Técnico de instalaciones eléctricas
- Ayudante de instalaciones mecánicas
- Ayudante de instrumentación
- Técnico de instalaciones mecánicas

#### **4.1.15.3. Equipos y herramientas**

- 3 equipo de metrología
- 2 herramienta menor para procesos eléctricos
- 2 herramienta menor para instrumentación
- 3 herramienta menor para procesos mecánicos
- 1 teclé

#### **4.1.16. Montaje freno electromagnético**

El suministro consta de los equipos principales citados, así como todos los elementos necesarios para su montaje y puesta en marcha, tal como: cables de poder, elementos de sujeción, acoples, conexiones de transmisión mecánica entre máquinas, elementos de medición y control, entre otros.

El equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones, las cuales serán probadas o verificadas mediante certificados de especificaciones técnicas y pruebas realizadas para dicho equipo:

- Voltaje de alimentación: 110V,
- Potencia mínima: 950 W
- Par de frenado: al menos 1500Nm

Los equipos deben cumplir con las normas UNE-EN 13223:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, sistema de accionamiento y otros equipos mecánicos, Parte 9: Freno de los accionamientos, Parte 10: Tipos de parada, y/o normas equivalentes.

La calidad se garantizará acorde a la norma UNE-EN 12408:2006-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Aseguramiento de la calidad, todas sus partes.

Se entregará el respaldo de cálculo y dimensionamiento del equipo según la norma UNE-EN 12930:2015-Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas-Cálculos, Todas sus partes.

##### **4.1.16.1. Materiales**

Consta básicamente de los siguientes elementos:

- Freno electromagnético con disco 950W 110V PAR:1500N.m

#### **4.1.16.2. Mano de obra**

- 3 ayudante de instalaciones eléctricas
- 1 técnico de instrumentación
- 2 técnico de alineación de equipos mecánicos
- 2 técnico de instalaciones eléctricas
- 3 ayudante de instalaciones mecánicas
- 1 ayudante de instrumentación
- 1 técnico de instalaciones mecánicas

#### **4.1.16.3. Equipos y herramientas**

- Equipo de metrología
- Torcómetro
- Herramienta menor para procesos eléctricos
- Herramienta menor para instrumentación
- Herramienta menor para procesos mecánicos
- Tecele
- Equipo de alineación laser

#### **4.1.17. Montaje de las torres o pilonas**

Es el montaje completo y puesta a punto mecánica de las pilonas o torres de la línea de tipo fuste central tubular, incluye la alineación de los fustes y de los balancines, el apriete de toda la tornillería, pernos de anclaje y control de apriete. El montaje de cada elemento de la pylona se lo realiza con grúa.

Las actividades a cumplir para el montaje de las torres son las siguientes a continuación:

- Reconocimiento e identificación de los accesos para el transporte de los equipos desde el sitio de almacenamiento hasta el sitio de montaje
- Determinación de equipos y herramientas de izaje a utilizar (grúas, eslingas, estrobos).
- Carga y transporte de los equipos desde el sitio de almacenamiento, al sitio de montaje, se deben verificar los amarres
- Cierre de las vías vehiculares que interfieran con el montaje, previo permiso de las autoridades de tránsito de la ciudad.
- Demarcación de las áreas de seguridad, para la preservación de la vida humana y la integridad física de las personas que intervienen en el montaje de las pilonas, equipos y los elementos a montar.



- Posicionamiento del equipo de izaje (grúa móvil de 2 Ton)
- Izaje de cada una de las secciones de pilonas, instalaciones del cable de conexión a la malla de tierra e instalación de cable pescante para el tendido del cable de alimentación para la iluminación de la pila
- Posicionamiento de la primera sección en los pernos de anclaje, instalación de tuercas y aplicaciones de torque en cada uno de los pernos
- Izaje e instalación de los tramos adicionales en cada pila, previa conexión a la malla de tierra, instalación de pernos de alta resistencia y torque de los mismos.

#### **4.1.18. Montaje de ménsulas, pasarelas y tren de poleas**

Para el montaje de las ménsulas, pasarelas y tren de poleas previo a su ensamble en bodega o en el sitio de montaje se debe cumplir con las siguientes actividades:

- Identificación del área a utilizar para el pre. Ensamble
- Demarcación de áreas
- Pre ensamble de piezas
- Torque de elementos y piezas e ensamble
- Izaje del conjunto ménsula, pasarela y trenes de poleas
- Alineación del conjunto

Cabe recalcar que este procedimiento se sigue para cada una de las 28 pilonas en el proyecto.

#### **4.1.19. Montaje del cable portador tractor**

Es el tirado, puesta en tensión y empalme de los dos cables portador-tractor y consiste en la ejecución de las siguientes actividades:

- Operaciones de carga/descarga de los carretes.
- Tiraje del cable (multipar)
- Empalme del cable: Los empalmes del cable se realizan con la asistencia de mano de obra especializada para empales y realizando un examen magneto inductivo del cable.

##### **4.1.19.1. Multipar**

Es el tirado de los cables multipares de comunicación entre las torres y estaciones y comprende la ejecución de las siguientes actividades:

- Operación de carga/descarga de los carretes
- Tiraje de los cables

#### **4.1.19.2. Procedimiento de tendido**

Se debe instalar poleas de aproximadamente 90 y 60 cm de diámetro en la salida de freno y llevada al winche del cable tractor, esto es con el fin de realizar el cruce del cable y así poder realizar el empalme del mismo

Para lo cual se debe realizar un tendido de cable guía para el lanzamiento, en este caso se tiende el cable guía para poder tirar el cable posteriormente

Se debe asegurar los balancines con el personal quien debe encarrilar la manila en los balancines, esta operación se realiza a lo largo del trayecto del tiro a tender y en todas las poleas que se han dispuesto como apoyo para esta actividad, asegurando la alineación para que la manila no caiga al suelo

Por otro lado se procede a colocar el cable metálico de escolta o de guarda en los sitios de mayor riesgo para el sistema, evitando la caída por descarrilamiento en sitio de cruce de vías, líneas eléctricas o viviendas si aplica.

Los equipos de tendido Freno y Winche se deben aterrizar mediante varillas, cable y conectores para realizar el aterrizaje (puesta a tierra) de cargas por inducción. De igual manera, se aterrizan los otros elementos mecánicos y el cable tractor, mediante un juego de poleas de puesta a tierra de la salida del Freno y a la llegada al Winche.

Este montaje será Aéreo con la instalación de guías sobre el cable Carril y un Sistema de Tracción para el desplazamiento del cable principal, según la norma EN12927-7 para el izaje de los cables se debe considerar una velocidad no mayor a 110 m/h.

Una vez iniciada la actividad del cable guía, se procede con el transporte de los equipos y los carretees del cable guía

Finalmente se realiza el tendido del cable con tensión controlada, para ello debe estar los radio operadores en cada piona y poleas de salida y llegada del cable, para verificare el paso por las poleas y balancines

#### **4.1.20. Empalme de los cables tractores-portadores**

Una unión por empalme sólo es admisible cuando el coeficiente de seguridad relativo al cable, en servicio, no es superior a 20 en ningún punto de la instalación y no es inferior a los valores definidos en la Norma EN 12930

El empalme debe ser efectuado por una persona competente, el empalmador, según un procedimiento escrito. El empalmador debe ser cualificado, en términos de conocimientos

y de experiencia práctica, y debe ser apto para juzgar la calidad del empalme teniendo en cuenta la resistencia y función del cable.

Ningún material magnético extraño al cable debe ser incorporado en el empalme con el fin de evitar cualquier influencia sobre los resultados de un control magnético ulterior del cable.

Cuando haya dos o más empalmes, estos deben ser marcados indeleblemente con sus edades respectivas.

#### **4.1.20.1. Geometría del empalme**

La longitud total del empalme y la longitud de las entradas deben ser como mínimo iguales a las dadas a continuación en la Tabla 12

Tabla 12. Longitud y entradas mínimas para el empalme del cable.

Parámetro	Longitud mm	Entradas
Coefficiente de seguridad $\leq 15$	1200	>60
Coefficiente de seguridad $15 \leq SF \leq 20$	1500	>100

Fuente: Norma EN 12927-4-2004

La distancia entre los extremos de dos empalmes o entre el extremo de un empalme y el del cable debe ser como mínimo igual a 3000 veces el diámetro nominal del cable.

#### **4.1.20.1. Diámetro del empalme entre los nudos**

Después de la puesta en tensión en la instalación, el diámetro medido del cable en el empalme debe estar comprendido entre 1.05/1.00 veces el diámetro del cable en tensión en sección normal fuera del empalme.

La ondulación máxima del cable, basada en el valor máximo consignado y medido de la forma definida en la Norma EN 12395-8, no debe sobrepasar el 6% del diámetro nominal del cable.

#### **4.1.20.2. Diámetro del empalme sobre los nudos**

Después de la puesta en tensión de la instalación, cualquier medida debe estar comprendida entre 1.15/1.00 veces el diámetro nominal del cable. En el caso de pinzas desembragables, esta medida no debe sobrepasar 1.10 veces el diámetro nominal del cable.

#### **4.1.21. Garajes**

Es el montaje de la estructura portante de garaje. Incluye la ejecución del montaje de Soporte y vías, Mecanismos de arrastre y cadenas de transferencia, Plataformas de mantenimiento

#### **4.1.22. Montaje de vehículos**

Es el montaje completo y puesta a punto de los vehículos tipo cabinas de capacidad máxima 10 pasajeros (800kg) y consta de los siguientes elementos:

##### **4.1.22.1. Ensamblaje pinza**

De acuerdo al suministro de elementos de la pinza, los componentes a ensamblar son agujas, mordaza fija, mordaza móvil, muelles de desembrague, patín, eje soporte rueda exterior inferior, ejes pivot para resortes, eje guía de resortes, placas para resorte, herrajes pinza y rodillos de nylon.

El torque en las juntas empernadas o ensambladas deben ser controladas mediante torquímetro o sistema equivalente, de tal manera que provea la seguridad especificada en las normas UNE EN 1907, UNE EN 1709, UNE EN 12927-4, UNE EN 13223 y asegure un mantenimiento reducido y sencillo bajo una jornada mínima de 18 horas diarias.

La fiabilidad del ensamble de la pinza debe asegurar un número de ciclos de apertura-cierre equivalente de al menos 250 000 pasos por la estación.

##### **4.1.22.2. Ensamblaje del brazo de suspensión**

De acuerdo al suministro de elementos del brazo de suspensión, los componentes a ensamblar son cuerpo del brazo, amortiguador de estabilización, pares cilíndricos de fricción o cojinetes de fricción, actuador mecánico para apertura de puertas, ejes y elementos de acople, y elementos de herrajes para la sujeción entre los elementos.

El torque en las juntas empernadas o ensambladas deben ser controladas mediante torquímetro o sistema equivalente, de tal manera que provea la seguridad especificada en las normas UNE EN 1907, UNE EN 1709, UNE EN 12927-4, UNE EN 13223 y asegure un mantenimiento reducido y sencillo bajo una jornada mínima de 18 horas diarias.

##### **4.1.22.3. Ensamblaje de la cabina**

De acuerdo al suministro de elementos de la cabina, los componentes a ensamblar son armazón, revestimiento metálico, acristalamientos, parachoques, cofrecillo, estribo, guía

exterior, cuellos de cisne, pasarela, techo, asientos, sistema de comunicación, sistema de iluminación, ventilación y panel solar.

El torque en las juntas empernadas o ensambladas deben ser controladas mediante torquímetro o sistema equivalente, de tal manera que provea la seguridad especificada en las normas UNE EN 1907, UNE EN 1709, y asegure un mantenimiento reducido y sencillo bajo una jornada mínima de 18 horas diarias.

#### **4.1.22.4. Ensamblaje de la cabina de mantenimiento**

De acuerdo al suministro de elementos de la cabina de mantenimiento, los componentes a ensamblar son armazón, revestimiento metálico, acristalamientos, parachoques, estribo, guía exterior, cuellos de cisne, pasarela, y plataformas de mantenimiento.

El torque en las juntas empernadas o ensambladas deben ser controladas mediante torquímetro o sistema equivalente, de tal manera que provea la seguridad especificada en las normas UNE EN 1907, UNE EN 1709, y asegure un mantenimiento reducido y sencillo bajo una jornada mínima de 18 horas diarias.

#### **4.1.22.5. Montaje del vehículo al cable**

Una vez realizado el ensamblaje del vehículo, entendido como mordaza, brazo de suspensión y cabina, se procede a montar dicho sistema sobre el cable portador tractor previamente montado. El vehículo debe ser plenamente acoplable al cable de diámetro nominal de 54mm.

El sistema ensamblado debe cumplir a cabalidad las medidas de seguridad especificada en las normas UNE EN 1907, UNE EN 1709, donde se especifica un tiempo de prueba al sistema previo al funcionamiento, de 50 horas en vacío y 5 horas a plena carga.

Para el montaje y ensamble de los vehículos se debe considerar las estipulaciones presentadas en la norma UNE- EN 12397, especialmente a los requisitos de seguridad relativos a la prevención de accidentes y a la protección de los trabajadores.

#### **4.1.22.6. Mano de obra**

- 6 ayudantes de instalaciones mecánicas
- 1 técnico de instalaciones mecánicas
- 1 operador de maquinaria grupo 1

#### **4.1.22.7. Equipos y herramientas**

- 2 equipos de metrología

- 6 kits de herramienta menor
- 2 tecles
- 1 prensa hidráulica 10ton
- 1 montacargas
- 2 torcómetros

Se deberá inspeccionar los equipos, materiales y personal calificado para el cumplimiento de esta actividad.

Se realizará una demarcación de las áreas de seguridad para la preservación de la vida humana, la integridad física y de los equipos a montar

#### **4.1.23. Puesta a punto, puesta en servicio , pruebas internas y recepción**

Se dispondrá de mano de obra especializada para la ejecución de la puesta a punto mecánica final, la asistencia a la puesta en servicio eléctrica, pruebas internas, recepción técnica oficial y ejecución de eventuales disposiciones durante la recepción de las cuatro estaciones

Finalmente se realizará pruebas de 50 horas en pasivo y de 50 horas con carga.

## **4.2. Equipos, herramientas y materiales**

A continuación se muestra el detalle de equipos y herramientas en las tablas 13 y 14.

Tabla 13. Listado de equipos y herramientas.

<b>Listado de equipos y herramientas</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
1	Andamios, módulos metálicos	5,760.00	h
2	Alquiler malacate, guaya, cables secundarios y juegos de poleas	159.97	h
3	Amoladora	64.00	h
4	Aparejo de poleas	64.00	h
5	Cortadora de plasma	160.00	h
6	Equipo de alineación laser	137.62	h
7	Equipo de balanceo	319.76	h
8	Equipo de metrología	5,967.94	h
9	Equipo de trabajos en altura	493.40	h
10	Equipo destorcedor	64.00	h
11	Grúa (alquiler)	1,648.00	h
12	Grúa móvil > 2ton	160.00	h
13	Grúa móvil 10 ton	146.40	h
14	Grúa móvil de 20ton	223.34	h
15	Helicóptero para primera pasada de cable	35.00	h

Tabla 13. Listado de equipos y herramientas(continuacion).

16	Herramienta especial para el empalme de cable	64.00	h
17	Herramienta menor para instrumentación	777.70	h
18	Herramienta menor para procesos eléctricos	704.34	h
19	Herramienta menor para procesos mecánicos	22,476.29	h
20	Laser de alineación de balancines	319.76	h
21	Laser de alineación para poleas	402.72	h
22	Montacargas	34.82	h
23	Motosoldadora 500 A	480.00	h
24	Prensa hidráulica	1,648.00	h
25	Prensa hidráulica 10 ton	1,277.09	h
26	Soldadora eléctrica 300 A	123.04	h
27	Taladro eléctrico	480.00	h
28	Tecele	2,429.47	h
29	Tirfor	128.00	h
30	Torcómetro	1624.89	h
31	Torcómetro digital	7,207.04	h
32	Soldadora eléctrica 400 A	498.29	h
33	Baroladora	472.23	h
34	Equipo de ultrasonido	236.12	h

Fuente: Propia.

Tabla 14.. Listado de materiales.

<b>Listado de materiales</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
1	Acero en perfil ASTM A572 G50 LC	12,098.920	KG
2	Bomba de aceite SAE 90 DE 5HP	1.00	U
3	Cabina 10 PAX, iluminación, ventilación, panel solar, comunicación	86.00	U
4	Cable portador tractor 54 mm 6x36 EN 12385, CE	8,280.00	M
5	Cadena industrial	500.00	M
6	Central hidráulica 0.37KW, 220V, 100bar	1.00	U
7	Central hidráulica 5.5KW, 220V, 175bar	2.00	U
8	Cepillo cerdas metálicas 6''	3.000	U
9	Correa C79 L 2060	96.00	U
10	Correa C80 L 2090	244.00	U
11	Correa C81 L 2110	24.00	U
12	Correa hexagonal CC L 4463	32.00	U
13	Disco de corte	48.000	U
14	Disco de corte 7 1/2''	272.00	U
15	Disco de desbaste	284.00	U
16	Electrodo AWS #7018 3/16	34.000	KG

Tabla 14. Listado de materiales. (continuación)

17	Electrodo E7018	1,360.00	KG
18	Filtro de aceite SAE 90	1.00	U
19	Freno electromagnético con disco 950W 110V PAR:1500N.m	1.00	U
20	Freno hidráulico 110KN apriete	4.00	U
21	Galvanizado tubo rectangular	14,681.68	KG
22	Grata	272.00	U
23	Kit de fibras de algodón y fibras especiales	8.00	U
24	Kit de galvanizado en frío (SPRAY)	68.00	U
25	Motor 980KW voltaje 400/690V FS:100%	0.00	U
26	Motor eléctrico 110KW AC, 400/690V, 50/60Hz	2.00	U
27	Motor eléctrico 2HP, 220V	1.00	U
28	Motoreductor 2.2 KW, 220V, 60Hz	2.00	U
29	Motoreductor AC 4,5 HP 220V 60Hz	6.00	U
30	Perfil laminado en caliente AL50X3	522.12	KG
31	Pernos de sujeción bronce	354.00	U
32	Pintura epóxica de alto trafico	80.000	GAL
33	Pistón hidráulico carrera 4m, 165bar, 800KN de fuerza de trabajo, D=230mm	2.00	U
34	Placa de acero ASTM A 572 375X390X165X15, 4 perforación, galvanizado y maquinado	118.00	U
35	Reductor vel-IN:1500 VEL-OUT:20rpm R:72, POT890KW FS:100%	1.00	U
36	Rueda dentada Z=32 D=388,7 MM	13.00	U
37	Suministro conjunto 3 polea horizontal (PH3)	12.00	U
38	Suministro conjunto 4 polea horizontal (PH4)	4.00	U
39	Suministro cabina de mantenimiento	1.00	U
40	Suministro conjunto módulo curvo 1 (MC1)	12.00	U
41	Suministro conjunto módulo curvo 2 (MC2)	66.00	U
42	Suministro conjunto módulo curvo 3 (MC3)	60.00	U
43	Suministro conjunto módulo curvo 4 (MC4)	12.00	U
44	Suministro conjunto módulo curvo 5 (MC5)	4.00	U
45	Suministro conjunto módulo recto 1 (MR1)	24.00	U
46	Suministro conjunto módulo recto 2 (MR2)	422.00	U
47	Suministro conjunto polea horizontal	16.00	U
48	Suministro conjunto polea tractor (PT)	50.00	U
49	Suministro conjunto polea tractor motriz (PTM)	24.00	U
50	Suministro pinza para cable D54mm	87.00	U
51	Suministro sistema de suspensión	87.00	U
52	Suministro volante doble(VD)	1.00	U
53	Suministro volante simple(VS)	2.00	U
54	Tren de 10 poleas a compresión D=420	2.00	U
55	Tren de 10 poleas a tracción D=550	18.00	U
56	Tren de 12 poleas a compresión D=420	8.00	U



Tabla 14. Listado de materiales. (continuación)

57	Tren de 12 poleas a tracción D=550	4.00	U
58	Tren de 4 poleas a tracción D=550	12.00	U
59	Tren de 6 poleas a tracción D=550	10.00	U
60	Tren de 8 poleas a compresión y 8 a tracción D=420/550	6.00	U
61	Tren de 8 poleas a tracción D=550	8.00	U
62	Tubo rectangular para soportes TR 100X50X3 / INEN 2415	14,681.68	KG
63	Variador de frecuencia 110KW x 2, 50/60Hz, 400/690V, IEEEE519	1.00	U
64	Variador de frecuencia para motor 980KW, 400/690V, 50/60Hz, IEEEE519	1.00	U
65	Ventilador y radiador, con sistema de refrigeración 400V, 60Hz	2.00	U

Fuente: Propia.

### 4.3. Especialistas y mano de obra calificada

#### 4.3.1. Especialista de instalaciones mecánicas

La empresa que provea de estos profesionales debe estar certificada bajo la norma de calidad ISO 9001:2008.

Educación mínima del profesional: Universitaria.

Título requerido: Ingeniero Mecánico o afines.

Experiencia mínima de 5 años en gestión de equipos mecánicos (fijos, rotantes e instalaciones generales), gestión de personal, manejo de sistemas de gestión de calidad.

Conocimiento de normas EN 12927, EN 12385-9, EN 12385-6, EN 12385-8, EN 12927-3 o equivalentes.

Conocimientos de normas mecánicas como ASME, ANSI, DIN, EN, así como estándares de gestión de calidad.

#### 4.3.2. Especialista de instalaciones eléctricas

La empresa que provea de estos profesionales debe estar certificada bajo la norma de calidad ISO 9001:2008.

Educación mínima del profesional: Universitaria.

Título requerido, Ingeniero Eléctrico o afines.

Experiencia mínima de 5 años en manejo de estándares en sistemas eléctricos como: IEC 60076, IEC 60085, IEC 60255, EN 13223, EN 13243 o equivalentes.

Conocimientos de estándares de gestión de calidad.

#### 4.3.3. Especialista para montaje y empalme del cable tractor-portador

Educación mínima: Universitaria.

Título requerido, Ingeniero Mecánico o afines.

Conocimientos de estándares de procesos mecánicos como ASME, DIN, EN.

Conocimientos de normas EN 12927, EN 12385-9, EN 12385-6, EN 12385-8, EN 12927-3 o sus equivalentes.

Conocimientos de estándares de gestión de calidad.

Experiencia mínima de 5 años en gestión de equipos mecánicos, gestión de personal, manejo de sistemas de gestión de calidad.

#### **4.3.4. Especialista en alineación de vías principales**

Educación mínima: Universitaria.

Título requerido, Ingeniero Mecánico o afines.

Conocimientos de estándares de procesos mecánicos como ASME, DIN, EN.

Conocimientos de normas EN 1709, EN 1908, EN13223, EN 12929-1, EN 12929-2 o sus equivalentes.

Experiencia mínima de 5 años en gestión y manejo de equipos de alineación, gestión de personal y manejo de sistemas de alineación mecánica.

#### **4.3.5. Especialista auxiliar de alineación**

Educación mínima: Universitaria.

Título requerido, Ingeniero Mecánico o afines.

Conocimientos de estándares de procesos mecánicos como ASME, DIN, EN.

Conocimientos de normas EN 1709, EN 1908, EN13223, EN 12929-1, EN 12929-2 o sus equivalentes.

Experiencia mínima de 3 años en gestión y manejo de equipos de alineación, gestión de personal y manejo de sistemas de alineación mecánica.

#### **4.3.6. Especialista en montaje de volantes**

Educación mínima: Universitaria.

Título requerido, Ingeniero Mecánico o afines.

Conocimientos de estándares de procesos mecánicos como ASME, DIN, EN.

Conocimientos de normas EN 1709, EN 12397, EN13223, EN 12929-1, EN 12929-2 o sus equivalentes.

Experiencia mínima de 5 años en gestión de montaje de sistemas mecánicos para sistemas de transporte aéreo, gestión de personal, gestión de equipos mecánicos (fijos, rotantes e instalaciones generales).

#### **4.3.7. Especialista en alineación de balancines**

Educación mínima: Universitaria.

Título requerido, Ingeniero Mecánico o afines.

Conocimientos de estándares de procesos mecánicos como ASME, DIN, EN.

Conocimientos de normas EN 1709, EN 1908, EN13223, EN 12929-1, EN 12929-2 o sus equivalentes.

Experiencia mínima de 5 años en gestión y manejo de equipos de alineación y balanceo, gestión de personal y manejo de sistemas de alineación y balanceo mecánico.

#### 4.3.8. Inspector de ensayos no destructivos

Educación mínima: Universitaria.

Título requerido: Ingeniero Mecánico o afines.

Conocimientos de estándares de procesos mecánicos como ASME, DIN, EN, AWS, ASTM.

Conocimientos de normas AWS D1.1, AWS D1.5, AWS D1.4, ASTM E94-93, ISO 9712:2005, ANSI/AWS B1.10, ASTM E114-10, ASTM E94-04, ASTM E164-08, ASTM E750-04 entre otras.

Al menos Inspector Nivel II en ensayos: UT, VT, PT, RT, MPI.

Experiencia mínima de 5 años en inspección y manejo de equipos de ensayos no destructivos y gestión de personal.

#### 4.3.9. Organigrama

A continuación, se muestra en la figura 33, un organigrama que incluye lo anteriormente mencionado.

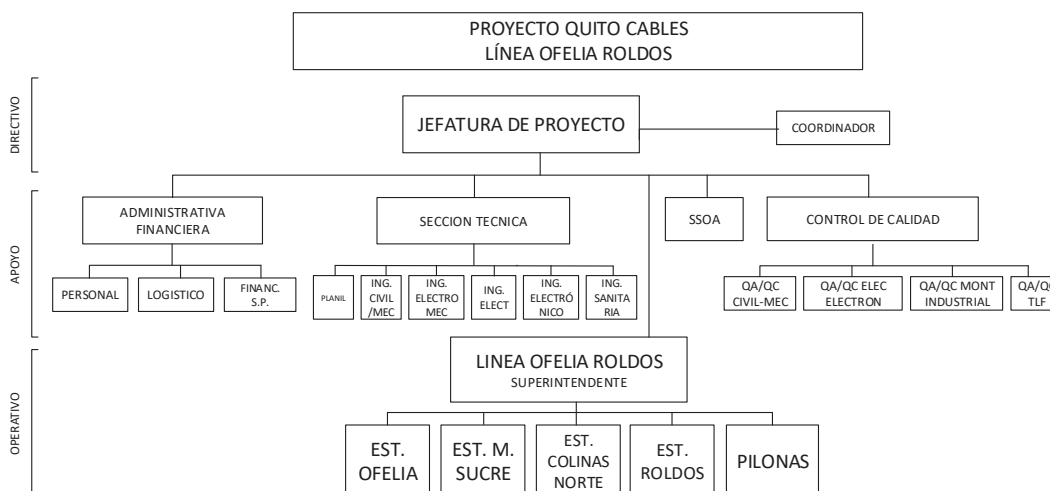


Figura 33. Organigrama para la construcción de la línea Ofelia-Roldos.

Fuente: Propia.

## CAPÍTULO 5

### 5. ANÁLISIS DE COSTOS

#### 5.1. Costos directos

Son los gastos efectuados para realizar una unidad de obra y que se los puede imputar a un rubro determinado y sólo existen si la unidad de obra se ejecuta, estos son: materiales, mano de obra y maquinaria.

##### 5.1.1. Rendimiento de obra

El rendimiento de obra es una variable muy importante en la realización del presupuesto del proyecto y se define como la relación entre el tiempo estimado en ejecutar una unidad de obra, respecto a la cantidad de obra. En la Ecuación 1 se muestra esta relación:

$$R = \frac{T}{C} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

R: rendimiento

T: tiempo estimado de la obra, [días], [horas]

C: cantidad de obra, [kg], [m<sup>2</sup>], [u]

En el caso de rubros o de precios unitarios, cuando el rendimiento es relativamente elevado, el costo del rubro también lo es. Por lo tanto, es conveniente tener un rendimiento menor. Lo cual significa que el rubro se realizará en menos tiempo.

#### 5.2. Costos indirectos

Son los gastos generales en que incurre el contratista, tanto en sus oficinas como en el sitio de la obra, no atribuibles a una tarea en particular, pero necesarios para efectuar los trabajos en general, por su naturaleza no se los puede imputar directamente a un rubro determinado y deben prorratearse. Dentro de éstos se tiene: salarios y prestaciones legales del personal directivo, técnico y administrativo de la empresa, depreciación, mantenimiento, alquileres y seguros de edificios, bodegas, predios, etc.; alquiler u operación y depreciación de vehículos o equipos de apoyo, de laboratorio, de topografía, de oficina, gastos de oficina, garantías y financiamiento; trabajos previos y auxiliares como la construcción y mantenimiento de caminos de acceso, instalación y desmantelamiento de equipos y limpieza final de la obra.

Para calcular estos costos, la administración debe suponer la organización que una empresa constructora requerirá para llevar a cabo la obra adecuadamente y sobre la base en esa condición, determinar los posibles costos indirectos asociados.

### 5.2.1. Utilidad

Es la ganancia o lucro que percibe el contratista por la ejecución de una obra. Para efectos del cálculo del presupuesto de la Administración, debe determinarse un porcentaje real, como es, el promedio de los porcentajes de la utilidad que aplican los contratistas en la actividad de la construcción. Sin embargo, como se menciona en la Ley orgánica de empresas públicas, LOEP, “la propia naturaleza de la empresa pública es incompatible con la auditoría de gestión, ya que estas empresas no tienen fin de lucro y, por lo tanto, la gestión no necesariamente va encomendada a la utilidad capitalista sino principalmente a la rentabilidad social”.

### 5.2.2. Imprevistos

Es un monto que el contratista considera para cubrir cualquier error en la estimación del presupuesto o cualquier eventualidad que recaiga bajo su responsabilidad y pueda afectar al proceso constructivo, tales como atrasos en el suministro de materiales, mano de obra y equipos, accidentes, extravíos y robos, escasez de materiales, mano de obra o equipos.

### 5.2.3. Salarios

En las tablas 15 y 16 se muestran los salarios que se verán involucrados en el proyecto.

Tabla 15. Salarios del personal principal.

No.	Nombres Profesión	Cantidad	Hombres- meses	Honorario mensual	Costo total
1	Gerente del Proyecto: Ing. Civil, Mecánico, o afines	1.00	7.00	4,300.00	30,100.00
1	Superintendente de Obra Especialistas	13.00	7.00	3,100.00	282,100.00
2	Residentes de Obra Especialistas	20.00	7.00	2,000.00	280,000.00
3	Gerente Comercial Ing. Comercial o afines	1.00	7.00	3,000.00	21,000.00
3	Jurista Abogado o afines	2.00	7.00	2,500.00	35,000.00
3	Jefe de Logística Ing. Comercial o afines	1.00	7.00	2,200.00	15,400.00
3	Jefe de Compras Administrador de empresas o afines	1.00	7.00	2,200.00	15,400.00
3	Jefe Financiero Ing. Financiero o afines	1.00	7.00	2,200.00	15,400.00
3	Jefe de Ingeniería Ing. Mecánico - Ing. Civil	1.00	7.00	2,200.00	15,400.00
3	Jefe de SSA Ing. Mecánico especialista SSA o afines	1.00	7.00	2,200.00	15,400.00
<b>TOTAL</b>					<b>US \$ 725,200.00</b>

Nota: \* La contratación a los profesionales será por servicios profesionales.

Fuente: Propia.

Tabla 16. Salarios del personal auxiliar y administrativo asignado al proyecto.

No.	Nombres Profesión	Función	Cantidad personal	Tiempo meses	Honorario mensual	Costo total USD
1	Ing. Comercial o afines	Asistente de Gerencia	2	7.0	1,350.00	18,900.0
2	Ing. Civil	Asistente de Ingeniería	5	7.0	1,300.00	45,500.0
3	Ing. Mecánico	Asistente de Ingeniería	5	7.0	1,300.00	45,500.0
4	Ing. Ambiental	Asistente de SSA	2	7.0	1,200.00	16,800.0
5	Ing. Comercial o afines	Asistente de gerencia Comercial	2	7.0	1,200.00	16,800.0
6	Ing. Comercial o afines	Asistente de Logística	3	7.0	1,200.00	25,200.0
7	Ing. Comercial o afines	Asistente de Compras	3	7.0	1,200.00	25,200.0
8	Ing. Finanzas o afines	Asistente financiero	2	7.0	1,200.00	16,800.0
9	Abogado	Asistente Jurista	2	7.0	1,200.00	16,800.0
10	Bachiller	Secretaria	6	7.0	650.00	27,300.0
11	Bachiller	Recepcionista	1	7.0	600.00	4,200.0
11	Bachiller	Mensajero	6	7.0	420.00	17,640.0
11	Bachiller	Bodeguero	3	7.0	420.00	8,820.0
11	Bachiller	Digitador	4	7.0	420.00	11,760.0
					<b>TOTAL</b>	<b>USD 297,220.00</b>

Fuente: Propia.

## 5.2.4. Costos complementarios y misceláneos

En la tabla 17 se presentan los valores de los costos complementarios y misceláneos.

Tabla 17. Costos de equipos complementarios, movilización complementaria, garantías, comunicación, misceláneos.

1 Concepto	Unidad	A Cantidad	B Tiempo	C USD Costo Unitario	D = A*B*C Costo Total USD
<b>EQUIPOS COMPLEMENTARIOS</b>					
Equipos 1. (computadoras, impresoras, plotter, fotocopiadora, etc.)	u/mes	100.00	7.00	270.00	189,000.00
Subtotal					<b>189,000.00</b>
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS COMPLEMENTARIOS, COMUNICACIÓN COMPLEMENTARIA</b>					
1. Arriendo Oficinas	mes.	2.00	7.00	8,000.00	112,000.00
2. Pago Servicios Básicos	mes.	2.00	7.00	800.00	11,200.00
3. Seguro social (12,15%, aporte patronal)	mes.	1.00	7.00	11,829.39	82,805.73
4. Plan tarifario de telefonía móvil	mes	1.00	7.00	3,160.77	22,125.38
Subtotal					<b>228,131.11</b>
<b>MOVILIZACIÓN COMPLEMENTARIA</b>					
1. Alquiler vehículos (incluye seguro, combustible, repuestos y chofer)	u/mes	8.00	7.00	2,100.00	117,600.00
2. Alquiler camiones - 4 Ton (incluye seguro, combustible, repuestos y chofer)	u/mes	2.00	7.00	2,200.00	30,800.00
3. Alquiler camiones - 8 Ton (incluye seguro, combustible, repuestos y chofer)	u/mes	2.00	7.00	3,150.00	44,100.00
3. Viajes y viáticos	u/año	3.00	1.30	4,200.00	16,380.00
Subtotal					<b>208,880.00</b>
<b>SEGUROS Y GARANTIAS</b>					
1. Seguro de anticipo	mes	1.00	7.00	5,495.57	38,468.96
2. Seguro de fiel cumplimiento	mes	1.00	7.00	13,738.92	96,172.41
Subtotal					<b>134,641.37</b>
<b>MISCELÁNEOS</b>					
3. Materiales oficina	u/mes.	6.00	7.00	570.00	23,940.00
4. Servicio de Internet Reproducción de	mes.	6.00	7.00	1,500.00	63,000.00
5. documentos (Copias e Impresiones)	copia- original	6.00	7.00	1,500.00	63,000.00
Subtotal					<b>149,940.00</b>
				<b>Total</b>	<b>US \$ 910,592.48</b>

Fuente: Propia.

### 5.2.5. Resumen de costos indirectos

En la tabla 18 de presentan los valores del resumen de los costos indirectos.

Tabla 18. Resumen de costos indirectos.

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>		<b>Monto USD</b>
Personal de Apoyo y Administrativo		297.220,00
EQUIPOS VEHÍCULOS Y MICELÁNEOS		910.592,48
IMPREVISTOS	2%	336.503,23
<b>TOTALGENERAL</b>		<b>2.470.236,57</b>
COSTO DIRECTO DEL PROYECTO		16.825.161,57
COSTO INDIRECTO		2.470.236,57
COSTO DIRECTO MAS INDIRECTO		<b>19.295.398,14</b>
PORCENTAJE INDIRECTO		<b>14,68</b>
<b>Nota: Valor sin IVA.</b>		
<b>PARA EFECTOS DE CALCULO DE CONSIDERA 14,68% COMO COSTO INDIRECTO</b>		

Fuente: Propia.



### 5.3. Análisis de precios unitarios

Los análisis de precios unitarios (APU), se elaboraron en base a la ingeniería de detalle propuesta en los estudios elaborados por el Colegio de Ingenieros Mecánicos de Pichincha y la Empresa Pública EPN-Tech. Existe un APU por cada rubro generado.

Los APUs de cada rubro se encuentran en los anexos del presente documento, y cada uno se encuentra con una codificación diferente que los distinguen unos de otros y cuya simbología se muestra al inicio de este documento.

En la Tabla 19, se muestra un cuadro tipo para los APUs, elaborado para el proyecto:

Tabla 19. Tabla tipo para la elaboración de los APUs del proyecto.

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE TREN DE 8 POLEAS A COMPRESIÓN Y 8 A TRACCIÓN D=420/550					UNIDAD : U
DETALLE :					CÓDIGO: TP
					- 002
<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	36.00	147.60
Soldadora Eléctrica 300 <sup>a</sup>	0.06	1.45	0.09	36.00	3.24
Herramienta menor para procesos mecánicos	8.00	0.50	4.00	36.00	144.00
Grúa (alquiler)	1.00	75.12	75.12	36.00	2,704.32
Prensa hidráulica	1.00	20.34	20.34	36.00	732.24
Torcómetro digital	1.00	4.60	4.60	36.00	165.60
<b>Subtotal M</b>					<b>3,897.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional B1 (técnico mecánico de balancines, etc.)	1.00	12.50	12.50	36.00	450.00
Estruc. Ocupacional E2 (mecánico de ensamble, etc.)	4.00	3.35	13.40	36.00	482.40
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante mecánico, etc.)	4.00	3.26	13.04	36.00	469.44
Estruc. Ocupacional E2 (soldador ASME, etc.)	1.00	4.75	4.75	36.00	171.00
<b>Subtotal N</b>					<b>1,572.84</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Disco de corte 7 1/2"	U	4.00	2.50	10.00	
Kit de galvanizado en frío (spray)	U	1.00	25.00	25.00	
Grata	U	4.00	6.25	25.00	
Disco de desbaste	U	4.00	3.19	12.76	
Electrodo E7018	Kg	20.00	5.20	104.00	
<b>Subtotal O</b>					<b>176.76</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>5,646.60</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>828.92</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>6475.52</b>

Fuente: Propia.

### **5.3.1. Metodología de cálculo para determinación de tarifas horarias de equipos, maquinarias y herramienta menor.**

#### **5.3.1.1. Determinación de tarifas horarias de equipos y maquinarias**

El cálculo para tarifa horaria de maquinaria, equipos y herramienta menor, se basa en la determinación del costo horario en función del precio inicial del equipo o maquinaria, depreciación mensual, tiempo promedio de trabajo, y sus costos indirectos de operación y mantenimiento.

De esta manera el costo hora está determinado por la Ecuación 2:

$$C_H = \frac{D + C_i}{n * m} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

$C_H$ : Costo hora

D: Depreciación (Determinada en función de su valor inicial, su costo de reingreso, vida útil y período a ser depreciado sea este: anual, semestral, trimestral, mensual, etc.)

$C_i$ : Costos indirectos (operación y mantenimiento)

n: Días que trabajará el equipo en el mes.

h: Horas al día que trabaja el equipo.

Debido a la gran cantidad de equipos que participan en la ejecución de todo el proyecto, las tarifas de los mismos están directamente ingresadas en los APU de cada rubro, por lo que para observar las mismas, se deberá revisar directamente en estos documentos que se encuentran adjuntos a este informe.

#### **5.3.1.2. Determinación de la tarifa horaria de herramienta menor**

El costo de herramienta de mano o herramienta menor corresponde al consumo por desgaste de herramientas de mano utilizadas en la ejecución del trabajo...".<sup>30</sup>

Para la determinación de la tarifa de herramienta menor, se utiliza el criterio de cálculo mostrado en la Ecuación 3:

---

<sup>30</sup> CARRILLO Domínguez, Edison, GARZÓN Racines, Edison. Desarrollo de un manual de costos para las industrias del petróleo y de las estructuras metálicas. Tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico. Quito; Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2014. 214h.

$$H_m = K_H * M_O$$

Ecuación 3

Dónde:

H<sub>m</sub>: Herramienta menor

K<sub>H</sub>: Coeficiente en función del tipo de trabajo y herramienta requerida para ejecución.

M<sub>O</sub>: Mano de Obra.

Este criterio de cálculo se refiere a la consideración de que el costo de herramienta menor está en función del costo de mano de obra. En determinados casos es bastante acertado este criterio (entre el 5% y el 10% de la M<sub>O</sub>), por lo que se usa particularmente en el caso de obras civiles, arquitectónicas, sistemas contra incendios entre otros. Sin embargo, para el caso de obra mecánica, eléctrica y electrónica, adoptar este criterio no es tan correcto, debido a que la herramienta menor considerada es prácticamente la misma (dependiendo su aplicación) en la mayoría de sus casos, por lo que se adopta un valor de tarifa de USD. 0.50 para la aplicación de herramienta menor en los rubros de índole electromecánica.

### **5.3.2. Determinación de salarios mínimos para mano de obra.**

Los salarios mínimos a ser utilizados para la determinación de las tarifas de mano de obra del proyecto, serán los determinados por la tabla de Salarios de la Contraloría General del Estado y nunca inferiores a estos. Estos valores son tomados directamente desde la página web de la Contraloría (<http://www.contraloria.gob.ec>), y la misma que es de acceso público.

#### **5.3.2.1. Justificación salarial de profesionales Nivel 3**

El proyecto de un teleférico de transporte público es atípico en Ecuador, para su desarrollo se necesitan equipos, maquinaria y elementos que en su gran mayoría no son fabricados en el país, sin embargo su calidad se asegura y verifica con el agregado ecuatoriano.

Para asegurar la confiabilidad de un sistema, la fabricación de los elementos constitutivos debe ser de calidad verificada, así como también el ensamble, montaje, instalación y puesta en marcha de los mismos. Para que esto se cumpla, técnicos e ingenieros expertos en el desarrollo tecnológico de cada subsistema deben guiar y verificar que las diferentes etapas constructivas se realicen de acuerdo a normas y procesos previamente establecidos.

En lo referente al sistema motriz, sistema de control y estructura del teleférico, técnicos extranjeros y nacionales deberán trabajar en conjunto debido a que esta tecnología aún no ha sido desarrollada en el país.

La determinación de los honorarios profesionales de las personas que realizan actividades altamente especializadas en sistemas no desarrollados en Ecuador son indudablemente superiores a los valores estándar que se manejan en el mercado laboral ecuatoriano. La asignación de estos valores, que varían en función del área de experticia, ha sido realizada en base a dos criterios fundamentales:

- Servicios especializados de diseño, construcción, supervisión, montaje, etc., no contratados directamente; se lo hace a través de compañías con experiencia en el área requerida. Se lo realiza de esta manera ya que se desea tener una garantía sobre el producto esperado y un incumplimiento o falla del mismo incurre en multas y valores altos a cubrirse por la contratista. Estas garantías aumentan considerablemente el precio del servicio solicitado.
- El grado de dificultad y responsabilidad encargada requiere de un grupo humano preparado y que además cuente con el equipo, herramienta y tecnología necesaria para llevar a cabo el servicio requerido.

En la Tabla 20 se muestra un cuadro resumen de las tarifas justificadas en el anterior punto.

Tabla 20. Tabla resumen de tarifas de profesionales nivel 3.

Nombre - cargo	Jornal - hr	Descripción
Profesional de nivel 3 (programador)	75,00	Especialista en programación de sistemas de control automático, como PLCs, etc.
Profesional de nivel 3 (especialista de instalaciones electrónicas de control, etc.)	125,00	Especialista internacional en ejecución de instalaciones electrónicas para teleféricos.
Profesional de nivel 3 (especialista instalaciones mecánicas, etc.)	100,00	Especialista internacional en ejecución de instalaciones mecánicas para teleféricos.
Profesional de nivel 3 (especialista instalaciones eléctricas, etc.)	100,00	Especialista internacional en ejecución de instalaciones eléctricas para teleféricos.
Profesional de nivel 3 (especialista para montaje y empalme de cable tractor-portador, etc.)	100,00	Especialista internacional en supervisión y ejecución de trabajos para el empalme del cable portador tractor.
Profesional de nivel 3 (especialista en alineación de vías principales - internacional, etc.)	150,00	Especialista internacional en alineación de sistemas mecánicos para vías principales en las estaciones.
Profesional de nivel 3 (especialista auxiliar de alineación, etc.)	75,00	Especialista auxiliar internacional en ejecución de alineaciones de sistemas mecánicos
Profesional de nivel 3 (especialista en montaje de volantes, etc.)	150,00	Especialista internacional en montaje del sistema de volantes para las estaciones
Profesional de nivel 3 (especialista en alineación de balancines - internacional, etc.)	150,00	Especialista internacional en alineación de sistemas mecánicos para balancines en las pilonas
Profesional de nivel 3 (inspector ensayos no destructivos, etc.)	45,00	Inspector especialista en revisión de END.

Fuente: Propia

## 5.4. Análisis de valor agregado

### 5.4.1. Metodología de cálculo del valor agregado ecuatoriano

Para calcular el valor agregado debemos determinar el peso relativo de cada rubro en porcentaje, así como el agregado ecuatoriano del mismo

Este porcentaje se lo calcula con la Ecuación 4 (SERCOP, 2015):

$$\sum_{i=1}^n VAE_i * PRPP_i$$

Ecuación 4

Donde:

PRPP<sub>i</sub> es el peso relativo de cada rubro por porcentaje.

VAE: el umbral VAE es el valor agregado ecuatoriano del rubro expresado en porcentaje.

Tabla 21. Tabla resumen de tarifas de profesionales nivel 3.

Nombre - cargo	Jornal - hr	Descripción
Profesional de nivel 3 (programador)	75,00	Especialista en programación de sistemas de control automático, como PLCs, etc.
Profesional de nivel 3 (especialista de instalaciones electrónicas de control, etc.)	125,00	Especialista internacional en ejecución de instalaciones electrónicas para teleféricos.
Profesional de nivel 3 (especialista instalaciones mecánicas, etc.)	100,00	Especialista internacional en ejecución de instalaciones mecánicas para teleféricos.
Profesional de nivel 3 (especialista instalaciones eléctricas, etc.)	100,00	Especialista internacional en ejecución de instalaciones eléctricas para teleféricos.
Profesional de nivel 3 (especialista para montaje y empalme de cable tractor-portador, etc.)	100,00	Especialista internacional en supervisión y ejecución de trabajos para el empalme del cable portador tractor.
Profesional de nivel 3 (especialista en alineación de vías principales - internacional, etc.)	150,00	Especialista internacional en alineación de sistemas mecánicos para vías principales en las estaciones.
Profesional de nivel 3 (especialista auxiliar de alineación, etc.)	75,00	Especialista auxiliar internacional en ejecución de alineaciones de sistemas mecánicos
Profesional de nivel 3 (especialista en montaje de volantes, etc.)	150,00	Especialista internacional en montaje del sistema de volantes para las estaciones
Profesional de nivel 3 (especialista en alineación de balancines - internacional, etc.)	150,00	Especialista internacional en alineación de sistemas mecánicos para balancines en las pilonas
Profesional de nivel 3 (inspector ensayos no destructivos, etc.)	45,00	Inspector especialista en revisión de END.

Fuente: Propia

Tabla 22. Valor agregado ecuatoriano.

		Monto total del proyecto (\$):			20198852.4 6	1.00			2.75
Ítem	Descripción del rubro	Cantidad	Unidad	Precio unitario del rubro (\$)	Precio global del rubro (\$)	Peso relativo del rubro (%)	Agregado ecuatoriano del rubro (%)	Agregado ecuatoriano ponderado (%)	
TP - 001	Suministro tren de 8 poleas a compresión Y 8 A tracción D=420/550	6.00	u	59030.77	354184.62	0.0175 3	0.00000	0.00000	
TP - 002	Ensamble y montaje tren de 8 poleas A compresión Y 8 A tracción D=420/550	6.00	u	6830.12	40980.72	0.0020 3	29.56000	0.05997	
TP - 003	Suministro tren DE 12 poleas a tracción D=550	4.00	u	50134.53	200538.12	0.0099 3	0.00000	0.00000	
TP - 004	Ensamble y montaje tren de 12 poleas a tracción D=550	4.00	u	6095.97	24383.88	0.0012 1	29.79000	0.03596	
TP - 005	Suministro tren de 12 poleas a compresión D=420	8.00	u	37324.33	298594.64	0.0147 8	0.00000	0.00000	
TP - 006	Ensamble y montaje tren de 12 poleas a compresión D=420	8.00	u	6095.67	48765.36	0.0024 1	29.79000	0.07192	
TP - 007	Suministro tren de 10 poleas a tracción D=550	18.00	u	39331.27	707962.86	0.0350 5	0.00000	0.00000	
TP - 008	Ensamble y montaje tren de 10 poleas a tracción d=550	18.00	u	5097.68	91758.24	0.0045 4	26.86000	0.12202	
TP - 009	Suministro tren de 10 poleas a compresión D=420	2.00	u	32211.85	64423.70	0.0031 9	0.00000	0.00000	
TP - 010	Ensamble y montaje tren de 10 poleas a compresión D=420	2.00	u	5097.68	10195.36	0.0005 0	26.87000	0.01356	
TP - 011	Suministro tren de 8 poleas a tracción D=550	8.00	u	35016.60	280132.80	0.0138 7	0.00000	0.00000	
TP - 012	Ensamble y montaje tren de 8 poleas a tracción D=550	8.00	u	4402.97	35223.76	0.0017 4	27.32000	0.04764	
TP - 013	Suministro tren de 6 poleas a tracción D=550	10.00	u	23799.20	237992.00	0.0117 8	0.00000	0.00000	
TP - 014	Ensamble y montaje tren de 6 poleas a tracción D=550	10.00	u	3519.57	35195.70	0.0017 4	24.47000	0.04264	
TP - 015	Suministro tren de 4 poleas a tracción D=550	12.00	u	16215.58	194586.96	0.0096 3	0.00000	0.00000	

Tabla 22. Valor agregado ecuatoriano. (continuación)

TP - 016	Ensamble y montaje tren de 4 poleas a tracción D=550	12.00	u	2863.25	34359.00	0.00170	25.46000	0.04331
TP - 017	Calibración y puesta en marcha de trenes de poleas	56.00	u	1792.60	100385.60	0.00497	36.54000	0.18160
SDC - 001	Suministro conjunto polea tractor motriz (PTM)	24.00	u	2633.50	63204.00	0.00313	0.00000	0.00000
SDC - 002	Suministro conjunto polea tractor (PT)	50.00	u	2125.43	106271.50	0.00526	0.00000	0.00000
SDC - 003	Suministro conjunto polea horizontal (PH)	16.00	u	1978.82	31661.12	0.00157	0.00000	0.00000
SDC - 004	Suministro conjunto 3 polea horizontal (PH3)	12.00	u	6086.57	73038.84	0.00362	0.00000	0.00000
SDC - 005	Suministro conjunto 4 polea horizontal (PH4)	4.00	u	8395.73	33582.92	0.00166	0.00000	0.00000
SDC - 006	Ensamble y montaje de sistema de desvío de cable/ estaciones de retorno	2.00	u	8892.29	17784.58	0.00088	36.84000	0.03244
SDC - 007	Ensamble y montaje de sistema de desvío de cable/ estación motriz	1.00	u	35688.67	35688.67	0.00177	36.85000	0.06511
SDC - 008	Ensamble y montaje de sistema de desvío de cable/ estación intermedia	1.00	u	26691.80	26691.80	0.00132	36.84000	0.04868
SV - 001	Suministro volante doble (VD)	1.00	u	31396.05	31396.05	0.00155	0.00000	0.00000
SV - 002	Suministro volante simple (VS)	2.00	u	22740.98	45481.96	0.00225	0.00000	0.00000
SV - 003	Ensamble y montaje volante doble (VD)	1.00	u	9021.46	9021.46	0.00045	6.40000	0.00286
SV - 004	Ensamble y montaje volante simple (VS)	2.00	u	7240.80	14481.60	0.00072	6.40000	0.00459
VP - 001	Suministro conjunto módulo recto 1 (MR1)	24.00	u	3328.01	79872.24	0.00395	0.00000	0.00000
VP - 002	Suministro conjunto módulo recto 2 (MR2)	422.00	u	2223.35	938253.70	0.04645	0.00000	0.00000
VP - 003	Suministro conjunto módulo curvo MC1	12.00	u	2733.81	32805.72	0.00162	0.00000	0.00000
VP - 004	Suministro conjunto módulo curvo MC2	66.00	u	1696.81	111989.46	0.00554	0.00000	0.00000
VP - 005	Suministro conjunto módulo curvo MC3	60.00	u	1159.59	69575.40	0.00344	0.00000	0.00000
VP - 006	Suministro conjunto módulo curvo MC4	12.00	u	1061.24	12734.88	0.00063	0.00000	0.00000
VP - 007	Suministro conjunto módulo curvo MC5	4.00	u	2361.34	9445.36	0.00047	0.00000	0.00000
VP - 008	Suministro de soportes vías principales/estación motriz	1.00	u	12941.31	12941.31	0.00064	63.25000	0.04052

Tabla 22. Valor agregado ecuatoriano. (continuación)

VP - 009	Suministro de soportes vías principales/ estaciones de retorno	2.00	u	13071.26	26142.52	0.00129	61.15000	0.07914
VP - 010	Suministro de soportes vías principales/estación intermedia	1.00	u	38333.44	38333.44	0.00190	85.00000	0.16131
VP - 011	Ensamble y montaje de vías principales/ estaciones de retorno	2.00	u	25553.77	51107.54	0.00253	20.79000	0.05260
VP - 012	Ensamble y montaje de vías principales/ estación motriz	1.00	u	40792.75	40792.75	0.00202	22.17000	0.04477
VP - 013	Ensamble y montaje de vías principales/estación intermedia	1.00	u	44793.71	44793.71	0.00222	23.52000	0.05216
VH - 001	Suministro pinza	87.00	u	30062.29	2615419.23	0.12948	0.00000	0.00000
VH - 002	Suministro sistema de suspensión	87.00	u	5800.83	504672.21	0.02499	0.00000	0.00000
VH - 003	Suministro cabina	86.00	u	55006.32	4730543.52	0.23420	0.00000	0.00000
VH - 004	Suministro cabina de mantenimiento	1.00	u	45530.11	45530.11	0.00225	0.00000	0.00000
VH - 005	Ensamble y montaje vehículo	87.00	u	797.95	69421.65	0.00344	43.51000	0.14954
CA - 001	Cable portador - tractor	8280.00	m	470.51	3895822.80	0.19287	0.00000	0.00000
CA - 002	Tendido cable piloto	35.00	h	4386.02	153510.70	0.00760	0.65000	0.00494
CA - 003	Tendido del cable portador - tractor	8.28	km	19120.05	158314.01	0.00784	44.82000	0.35129
CA - 004	Empalme del cable portador-tractor	4.00	u	13209.35	52837.40	0.00262	11.13000	0.02911
SMP - 001	Motor principal	1.00	u	415347.94	415347.94	0.02056	0.86000	0.01768
SMP - 002	Variador de velocidad	1.00	u	390030.49	390030.49	0.01931	0.37000	0.00714
SMP - 003	Reductor de velocidad	1.00	u	1383812.52	1383812.52	0.06851	0.31000	0.02124
SMP - 004	Sistema de lubricación del reductor	1.00	u	9023.25	9023.25	0.00045	40.26000	0.01798
SMP - 005	Sistema de refrigeración del reductor, ventilador y radiador	2.00	u	15746.25	31492.50	0.00156	45.21000	0.07049
SMP - 006	Freno electromagnético	1.00	u	19812.12	19812.12	0.00098	7.78000	0.00763
SE - 001	Motor de apertura de riel	1.00	u	2501.90	2501.90	0.00012	46.51000	0.00576
SE - 002	Central hidráulica de freno	1.00	u	11866.59	11866.59	0.00059	9.77000	0.00574
SE - 003	Variador de velocidad emergente	1.00	u	100660.54	100660.54	0.00498	0.94000	0.00468



Tabla 22. Valor agregado ecuatoriano. (continuación)

SE - 004	Motor de cadenciador	2.00	u	4332.05	8664.10	0.0004 3	26.86000	0.01152
SE - 005	Motor secundario	2.00	u	105837.45	211674.90	0.0104 8	2.10000	0.02201
SE - 006	Freno hidráulico	4.00	u	6730.53	26922.12	0.0013 3	42.63000	0.05682
SE - 007	Subsistema de arrastre de vehículos en garaje	1.00	u	172617.28	172617.28	0.0085 5	7.02000	0.05999
ST - 001	Central hidráulica de control de pistón	2.00	u	46290.84	92581.68	0.0045 8	2.50000	0.01146
ST - 002	Actuador hidráulico	2.00	u	35868.45	71736.90	0.0035 5	7.03000	0.02497
SMPC -001	Puertas metálicas para paso de cabinas	2.00	u	3525.01	7050.02	0.0003 5	97.99000	0.03420
SMPC -003	Sistema mecánico de apertura puertas para paso de cabinas	2.00	u	10104.81	20209.62	0.0010 0	7.91000	0.00791
SMPC -005	Sistema eléctrico de control para paso de cabinas	1.00	u	1920.00	1920.00	0.0001 0	8.22000	0.00078

Fuente: Propia.

El valor agregado ecuatoriano para el sistema electromecánico y sistemas complementarios es de 2.75 %

## **CAPÍTULO 6**

### **6. PRESUPUESTO DEL PROYECTO**

#### **6.1. Resumen de presupuesto**

El presupuesto de obra permite conocer la cantidad y características de los materiales, mano de obra, maquinaria y herramientas por utilizar, así como su precio de mercado, de manera que, en forma bastante aproximada, se pueden prever los fondos necesarios para llevar a cabo la obra.

Es necesario entender que, si la obra va a ejecutarse por administración directa, el presupuesto, junto con el programa de trabajo, se utilizarán para elaborar el flujo de caja requerido para el proceso de construcción. Si por el contrario, ésta va a realizarse por contrato, el presupuesto detallado de la obra permitirá a la administración, investigar y conocer los diversos parámetros de comparación para determinar lo adecuado de las propuestas presentadas.

A continuación, se muestra el resumen del presupuesto en base a los APUs elaborados anteriormente. Desde la

Tabla 23 hasta la tabla 31 se entregan los valores por sistemas, mientras que en la tabla 32 se entrega el resumen del proyecto, el cual tendrá una duración de 6 meses aproximadamente. Este resumen corresponde al presupuesto para el ensamblaje, montaje y puesta a punto del sistema electromecánico del proyecto Quito Cables.

Por último, se entrega una tabla comparativa entre los valores iniciales del proyecto, indicando la diferencia entre el estudio realizado anteriormente con el resultado de este trabajo.

Tabla 23. Presupuesto de los trenes de poleas.

Trenes de poleas o balancines de torres						
TP						
Cód.	Descripción	Unidad	Precio unitario USD	Cantidad total [U]	Precio total USD	Porcentaje por rubro
TP - 001	Suministro tren de 8 poleas a compresión y 8 a tracción d=420/550	U	54,374.68	6	326,248.08	1.75%
TP - 002	Ensamble y montaje tren de 8 poleas a compresión y 8 a tracción D=420/550	U	6,475.72	6	38,854.32	0.21%
TP - 003	Suministro tren de 12 poleas a tracción D=550	U	46,180.15	4	184,720.60	0.99%
TP - 004	Ensamble y montaje tren de 12 poleas a tracción D=550	U	5,615.15	4	22,460.60	0.12%
TP - 005	Suministro tren de 12 poleas a compresión D=420	U	34,380.35	8	275,042.80	1.47%
TP - 006	Ensamble y montaje tren de 12 poleas a compresión D=420	U	5,614.87	8	44,918.96	0.24%
TP - 007	Suministro tren de 10 poleas a tracción D=550	U	36,228.99	18	652,121.82	3.49%
TP - 008	Ensamble y montaje tren de 10 poleas a tracción D=550	U	4,695.60	18	84,520.80	0.45%
TP - 009	Suministro tren de 10 poleas a compresión D=420	U	29,671.12	2	59,342.24	0.32%
TP - 010	Ensamble y montaje tren de 10 poleas a compresión D=420	U	4,695.60	2	9,391.20	0.05%
TP - 011	Suministro tren de 8 poleas a tracción D=550	U	32,254.64	8	258,037.12	1.38%
TP - 012	Ensamble y montaje tren de 8 poleas a tracción D=550	U	4,055.68	8	32,445.44	0.17%
TP - 013	Suministro tren de 6 poleas a tracción D=550	U	21,922.02	10	219,220.20	1.17%
TP - 014	Ensamble y montaje tren de 6 poleas a tracción D=550	U	3,241.96	10	32,419.60	0.17%
TP - 015	Suministro tren de 4 poleas a tracción D=550	U	14,936.57	12	179,238.84	0.96%
TP - 016	Ensamble y montaje tren de 4 poleas a tracción D=550	U	2,637.41	12	31,648.92	0.17%
TP - 017	Calibración y puesta en marcha de trenes de poleas	U	1,651.21	56	92,467.76	0.49%
Subtotal TP					2,543,099.30	13.61%

Fuente: Propia

Tabla 24. Presupuesto del sistema de desvío del cable tractor – motriz.

SDC		Sistema desvío de cable tractor - motriz				
Cód.	Descripción	Unidad	Precio unitario USD	Cantidad total [U]	Precio total USD	Porcentaje por rubro
SDC - 001	Suministro conjunto polea tractor motriz (PTM)	U	2,425.78	24	58,218.72	0.31%
SDC - 002	Suministro conjunto polea tractor (PT)	U	1,957.78	50	97,889.00	0.52%
SDC - 003	Suministro conjunto polea horizontal (PH)	U	1,822.74	16	29,163.84	0.16%
SDC - 004	Suministro conjunto 3 polea horizontal (PH3)	U	5,606.49	12	67,277.88	0.36%
SDC - 005	Suministro conjunto 4 polea horizontal (PH4)	U	7,733.51	4	30,934.04	0.17%
SDC - 006	Ensamble y montaje de sistema de desvío de cable/ estaciones de retorno	U	8,190.90	2	16,381.80	0.09%
SDC - 007	Ensamble y montaje de sistema de desvío de cable/ estación motriz	U	32,873.71	1	32,873.71	0.18%
SDC - 008	Ensamble y montaje de sistema de desvío de cable/ estación intermedia	U	24,586.47	1	24,586.47	0.13%
Subtotal SDC					357,325.46	1.91%

Fuente: Propia

Tabla 25. Presupuesto del sistema volante.

SV		Sistema volante				
Cód.	Descripción	Unidad	Precio unitario USD	Cantidad total [U]	Precio total USD	Porcentaje por rubro
SV - 001	Suministro volante doble (VD)	U	192,688.54	1	192,688.54	1.03%
SV - 002	Suministro volante simple (VS)	U	97,005.69	2	194,011.38	1.04%
SV - 003	Ensamble y montaje volante doble (VD)	U	8,309.88	1	8,309.88	0.04%
SV - 004	Ensamble y montaje volante simple (VS)	U	6,669.67	2	13,339.34	0.07%
Subtotal SV					408,349.13	2.19%

Fuente: Propia

Tabla 26. Presupuesto de las vías principales.

VP	Vías principales					
Cód.	Descripción	Unidad	Precio unitario USD	Cantidad total [U]	Precio total USD	Porcentaje por rubro
VP - 001	Suministro conjunto módulo recto 1 (MR1)	U	3,065.51	24	73,572.24	0.39%
VP - 002	Suministro conjunto módulo recto 2 (MR2)	U	2,047.98	422	864,247.56	4.63%
VP - 003	Suministro conjunto módulo curvo mc1	U	2,518.18	12	30,218.16	0.16%
VP - 004	Suministro conjunto módulo curvo mc2	U	1,562.97	66	103,156.02	0.55%
VP - 005	Suministro conjunto módulo curvo mc3	U	1,068.13	60	64,087.80	0.34%
VP - 006	Suministro conjunto módulo curvo mc4	U	977.53	12	11,730.36	0.06%
VP - 007	Suministro conjunto módulo curvo mc5	U	2,175.09	4	8,700.36	0.05%
VP - 008	Suministro de soportes vías principales/estación motriz	U	11,920.56	1	11,920.56	0.06%
VP - 009	Suministro de soportes vías principales/ estaciones de retorno	U	12,040.25	2	24,080.50	0.13%
VP - 010	Suministro de soportes vías principales/estación intermedia	U	35,309.87	1	35,309.87	0.19%
VP - 011	Ensamble y montaje de vías principales/ estaciones de retorno	U	23,538.51	2	47,077.02	0.25%
VP - 012	Ensamble y montaje de vías principales/ estación motriz	U	37,575.20	1	37,575.20	0.20%
VP - 013	Ensamble y montaje de vías principales/estación intermedia	U	41,260.58	1	41,260.58	0.22%
Subtotal VP					1,352,936.23	7.24%

Fuente: Propia

Tabla 27. Presupuesto de los vehículos.

VH	Vehículos					
Cód.	Descripción	Unidad	Precio unitario USD	Cantidad total [U]	Precio total USD	Porcentaje por rubro
VH - 001	Suministro pinza	U	27,691.11	87	2,409,126.57	12.89%
VH - 002	Suministro sistema de suspensión	U	5,343.29	87	464,866.23	2.49%
VH - 003	Suministro cabina	U	50,667.67	86	4,357,419.62	23.32%
VH - 004	Suministro cabina de mantenimiento	U	41,938.90	2	83,877.80	0.45%
VH - 005	Ensamble y montaje vehículo	U	735.01	87	63,945.87	0.34%
Subtotal VH					7,379,236.09	39.50%

Fuente: Propia

Tabla 28. Presupuesto de los cables.

CA		Cables				
Cód.	Descripción	Unidad	Precio unitario USD	Cantidad total [U]	Precio total USD	Porcentaje por rubro
CA - 001	Cable portador – tractor	M	433.49	8280	3,589,297.20	19.21%
CA - 002	Tendido cable piloto	H	4,040.07	35	141,402.45	0.76%
CA - 003	Tendido del cable portador - tractor	KM	17,611.95	8.28	145,826.95	0.78%
CA - 004	Empalme del cable portador-tractor	U	12,167.46	4	48,669.84	0.26%
Subtotal CA					3,925,196.44	21.01%

Fuente: Propia

Tabla 29. Presupuesto del sistema motriz principal.

SMP		Sistema motriz principal				
Cód.	Descripción	Unidad	Precio unitario USD	Cantidad total [U]	Precio total USD	Porcentaje por rubro
SMP - 001	Motor principal	U	382,587.16	1	382,587.16	2.05%
SMP - 002	Variador de velocidad	U	359,266.64	1	359,266.64	1.92%
SMP - 003	Reductor de velocidad	U	1,274,663.61	1	1,274,663.61	6.82%
SMP - 004	Sistema de lubricación del reductor	U	8,311.54	1	8,311.54	0.04%
SMP - 005	Sistema de refrigeración del reductor, ventilador y radiador	U	14,504.26	2	29,008.52	0.16%
SMP - 006	Freno electromagnético	U	18,249.43	1	18,249.43	0.10%
Subtotal SMP					2,072,086.90	11.09%

Fuente: Propia

Tabla 30. Presupuesto de los sistemas emergentes.

SE		Sistemas emergentes				
Cód.	Descripción	Unidad	Precio unitario USD	Cantidad total [U]	Precio total USD	Porcentaje por rubro
SE - 001	Motor de apertura de riel	U	2,304.56	1	2,304.56	0.01%
SE - 002	Central hidráulica de freno	U	10,930.61	1	10,930.61	0.06%
SE - 003	Variador de velocidad emergente	U	92,720.89	1	92,720.89	0.50%
SE - 004	Motor de cadenciador	U	3,990.36	2	7,980.72	0.04%
SE - 005	Motor secundario	U	97,489.47	2	194,978.94	1.04%
SE - 006	Freno hidráulico	U	6,199.66	4	24,798.64	0.13%
SE - 007	Subsistema de arrastre de vehículos en garaje	U	159,002.01	1	159,002.01	0.85%
Subtotal SE					492,716.37	2.64%

Fuente: Propia

Tabla 31. Presupuesto de los sistemas tensores.

ST	Sistemas tensores					
Cód.	Descripción	Unidad	Precio unitario USD	Cantidad total [U]	Precio total USD	Porcentaje por rubro
ST - 001	Central hidráulica de control de pistón	U	42,639.63	2	85,279.26	0.46%
ST - 002	Actuador hidráulico	U	33,759.50	2	67,519.00	0.36%
Subtotal ST					152,798.26	0.82%

Fuente: Propia

Tabla 32. Resumen del presupuesto del sistema electromecánico del proyecto.

Presupuesto de los sistemas electromecánicos MEC				
Código	Descripción			
TP	Trenes de poleas o balancines de torres	Subtotal TP	2,543,099.30	13.61%
SDC	Sistema desvío de cable tractor - motriz	Subtotal SDC	357,325.46	1.91%
SV	Sistema volante	Subtotal SV	408,349.13	2.19%
VP	Vías principales	Subtotal VP	1,352,936.23	7.24%
VH	Vehículos	Subtotal VH	7,379,236.09	39.50%
CA	Cables	Subtotal CA	3,925,196.44	21.01%
SMP	Sistema motriz principal	Subtotal SMP	2,072,086.90	11.09%
SE	Sistemas emergentes	Subtotal SE	492,716.37	2.64%
ST	Sistemas tensores	Subtotal ST	152,798.26	0.82%
Subtotal MEC			18,683,744.18	100.00%

Fuente: Propia

Tabla 33. Resumen del presupuesto del sistema electromecánico del proyecto.

Comparación del presupuesto	USD
Estudio preliminar para la implementación de tres líneas de transporte por cable en barrios altos del Distrito Metropolitano de Quito	19,065,291.86
Optimización de la ingeniería de costos del proceso de montaje, ensamblaje y puesta a punto del sistema de transporte por cables de la ciudad de Quito, línea Ofelia-Roldós	18,683,744.18
Diferencia	381,547.68

Nota: El valor del Estudio preliminar para la implementación de tres líneas de transporte por cable en barrios altos del Distrito Metropolitano de Quito se encuentra mostrado en el Anexo XII de este trabajo. Para este valor se consideró una inflación del mercado de donde se exportarían dichos productos, llevando el valor entregado en el año 2014 al valor presente.

Fuente: Propia.



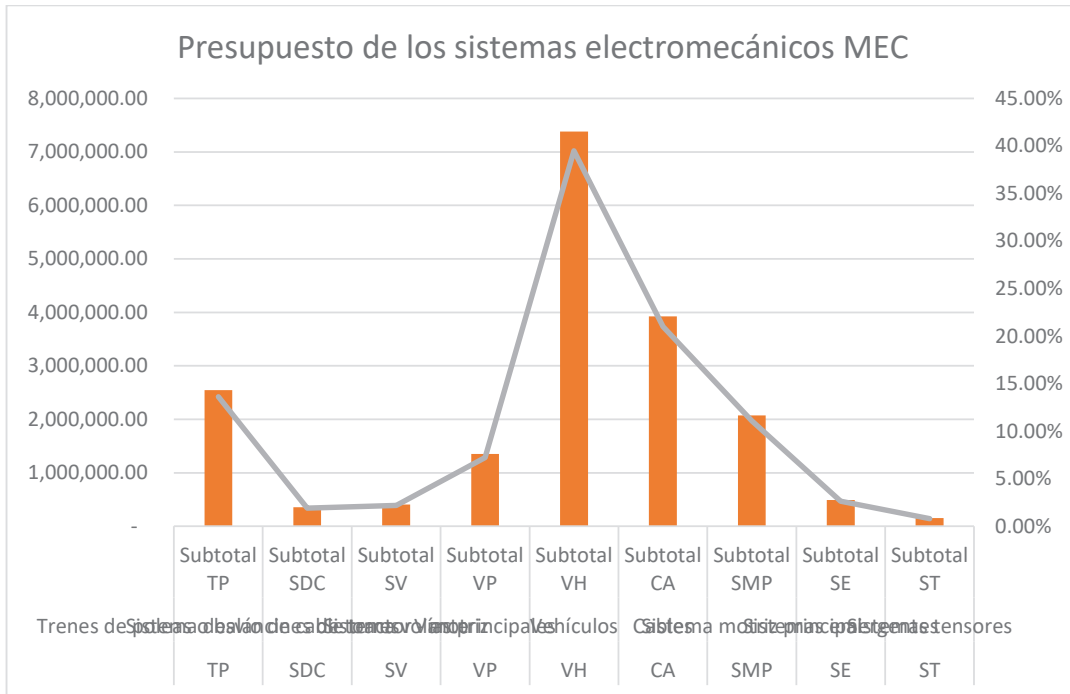


Figura 34. Costos del sistema electromecánico.  
Fuente: Propia.

## 6.2. Cronograma de obra

El cronograma se entrega en el Anexo II.

## CAPÍTULO 7

### 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1. Conclusiones

- Se ha realizado una comparación de sistemas de transporte urbano alrededor del mundo, pudiendo conocer las ventajas y desventajas de cada sistema y comparando esta información con el sistema que se pretende construir en la ciudad de Quito. De esta información se ha podido detallar los sistemas y subsistemas electromecánicos que formaran parte de este proyecto de transporte urbano aéreo.
- Se ha logrado establecer los procesos de montaje, ensamblaje y puesta a punto que se verán involucrados en el proyecto, entregando el mayor detalle posible de los materiales y mano de obra que serán necesarios. Con esto, se han podido entender aquellos procesos muy necesarios para entregar un valor optimizado de dichos procesos.
- Se pudo hallar el valor del presupuesto preliminar para el sistema electromecánico del proyecto, obtenido del análisis de los APUS de todos los elementos que lo comprenden. El valor del presupuesto está en USD 18,683,744.18, comparado con los USD 19,065,291.86 iniciales estimados en los estudios preliminares, se entrega una reducción de USD 381,547.68.
- Se puede observar que el valor de mayor peso en los costos de ensamblaje, montaje y puesta a punto está en los vehículos y el cable, con una influencia del 60,51%, por lo cual estas dos etapas se vuelven de importancia crítica.
- Se ha elaborado un cronograma estimado de ensamblaje, montaje y puesta a punto del sistema electromecánico para el proyecto Quito Cables Línea Ofelia Roldós; en el cual se estima el tiempo de trabajo por estaciones y pilonas. Con dicho cronograma se ha encontrado un tiempo de duración aproximado de 205 días.

#### 7.2. Recomendaciones

- Se recomienda buscar la construcción local de los elementos como las cabinas, torres, ménsulas y trenes de poleas, teniendo en cuenta siempre que para ello, las empresas ecuatorianas que pudieran participar, deben sujetarse a las normas y especificaciones técnicas y de seguridad entregadas en el capítulo 4 de este documento.
- Así mismo, para las empresas locales que pudieran participar en el ensamblaje, montaje y puesta a punto de este proyecto, estas deberán sujetarse a las mismas

normas y especificaciones técnicas y de seguridad mínimas para asegurarse que no se pondrá en riesgo la vida de los usuarios de este proyecto de transporte urbano ni el proyecto en sí. Pudiendo adquirir las certificaciones necesarias por parte de las empresas internacionales que dominan este sector.

- En el transcurso del proyecto se deberán ir mejorando o modificando el detalle aquí entregado de los procesos de montaje, ensamblaje y puesta a punto, según se crea conveniente, con la finalidad de evitar demoras que amplíen el tiempo antes estimado, así como obtener especificaciones técnicas de los rubros más precisas o adecuadas al proyecto.
- Se recomienda dar las facilidades necesarias para que el sector nacional pueda participar en las etapas de mayor costo, principalmente en cuanto a los vehículos se refiere, puesto que solo por este concepto se genera un costo de USD 7,379,236.09, correspondientes al 39.50% del costo de los sistemas electromecánicos. Siendo también que el nivel de ingeniería por este concepto es de relativa menor complejidad, comparándolo con los cables, por ejemplo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALL. (2015). About ropeways. Recuperado 26 de noviembre de 2015, a partir de <http://mep.mines.edu/LIB-Ropeway-About>
- Alshalalfah, B., Shalaby, A., Dale, S., & Othman, F. (2012). Aerial Ropeway Transportation Systems in the Urban Environment: State of the Art. *Journal of Transportation Engineering ASCE*, 138(March), 253-262. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000330](http://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000330).
- Alshalalfah, B., Shalaby, A., Dale, S., & Othman, F. (2013). Improvements and innovations in aerial ropeway transportation technologies: Observations from recent implementations. *Journal of Transportation Engineering ASCE*, 139(8), 814-821. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000548](http://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000548).
- Alshalalfah, B., Shalaby, A., & Othman, F. (2012). *Aerial ropeway transit: exploring its potential for Makkah*. La Meca.
- ALTONIVEL. (2011). Tráfico, un factor que afecta la productividad. Recuperado 23 de octubre de 2015, a partir de <http://www.altonivel.com.mx/12650-traffic-un-factor-que-afecta-la-productividad.html>
- Armijos, M., & Ramírez, R. (2009). *Diseño de un teleférico turístico de 2000 metros de longitud ubicado en la colonia los Llanganates de la parroquia Río Negro, cantón Baños, provincia de Tungurahua*. Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Bazzan, A., & Klügl, F. (2009). *Multi-agent systems for traffic and transportation engineering*. Hershey: IGI Global.
- Bull, A. (2003). *Congestion de tránsito: El problema y cómo enfrentarlo*. Santiago de Chile: UN-CEPAL. Recuperado a partir de <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>
- Cebr. (2014). *The future economic and environmental costs of gridlock in 2030*. Londres: CEBR.
- Chairlift. (s. f.). En *Wikipedia*. Recuperado a partir de <https://en.wikipedia.org/wiki/Chairlift>
- Coronado, E. (s. f.). Teleféricos: América Latina comienza a moverse en las alturas. Recuperado 2 de octubre de 2015, a partir de <http://www.bnamericas.com/es/intelligence-series/infraestructura/telefericos-america-latina-comienza-a-moverse-en-las-alturas/>
- Dale, S. (2010a). Aerial technologies, lesson 5: aerial trams. Recuperado 1 de diciembre de 2015, a partir de <http://gondolaproject.com/2010/04/24/technologies-module-5-aerial-trams/>
- Dale, S. (2010b). Aerial technologies, lesson 7: 3S. Recuperado 1 de diciembre de 2015, a partir de <http://gondolaproject.com/2010/06/16/aerial-technologies-lesson-7-3s/>
- Dale, S. (2010c). Medellín/Caracas, part 3. Recuperado a partir de <http://gondolaproject.com/2010/03/14/medellincaracas-part-3/>
- Dale, S. (2010d). Medellín/Caracas, part 4. Recuperado a partir de <http://gondolaproject.com/2010/03/15/medellincaracas-part-4/>
- Dale, S. (2015a). 3S / tricable detachable gondola. Recuperado 1 de diciembre de 2015, a partir de <http://gondolaproject.com/3s/>
- Dale, S. (2015b). Aerial tram. Recuperado 7 de diciembre de 2015, a partir de

- <http://gondolaproject.com/aerialtram/>
- Dale, S. (2015c). Bdg / Bicable detachable gondola. Recuperado 9 de diciembre de 2015, a partir de <http://gondolaproject.com/bdg/>
- Dale, S. (2015d). Grips. Recuperado 21 de diciembre de 2015, a partir de <http://gondolaproject.com/grips/>
- Dale, S. (2015e). Learn the basics: what is cable propelled transit? Recuperado 9 de diciembre de 2015, a partir de <http://gondolaproject.com/learn-the-basics-what-is-cable-propelled-transit/>
- Dale, S. (2015f). MDG / monocable detachable gondola. Recuperado 8 de diciembre de 2015, a partir de <http://gondolaproject.com/mdg/>
- Dale, S. (2015g). Pulsed gondola. Recuperado 9 de diciembre de 2015, a partir de <http://gondolaproject.com/pulsedgondola/>
- Dale, S. (2016). Brest cable car. Recuperado 2 de mayo de 2017, a partir de <http://gondolaproject.com/2016/11/21/brest-cable-car-telepherique-opens-for-service/>
- Dale, S. (2017a). Important cable systems. Recuperado 28 de abril de 2017, a partir de <https://www.google.com/maps/d/embed?mid=1hwO5qHquWxMh090X-qLcvR1Xwyo&ll=20.97522917638015%2C39.580577149999954&z=2>
- Dale, S. (2017b). Mi Teleférico. Recuperado a partir de <http://gondolaproject.com/lapaz/>
- Dale, S., Imhäuser, T., & Chu, N. (2013). *Cable car confidential: the essential guide to cable cars, urban gondolas & cable propelled transit*. Toronto. Recuperado a partir de <http://gondolaproject.com/cable-car-confidential/>
- Doppelmayr. (2015a). Detachable gondola lift. Recuperado 8 de diciembre de 2015, a partir de <http://www.doppelmayr.com/en/products/detachable-gondola-lift/>
- Doppelmayr. (2015b). Funitel. Recuperado 25 de septiembre de 2015, a partir de <http://www.doppelmayr.com/es/productos/funitel/>
- Doppelmayr. (2015c). Teleféricos 3S. Recuperado 25 de septiembre de 2015, a partir de <http://www.doppelmayr.com/es/productos/telefericos-3s/>
- Doppelmayr. (2015d). Teleféricos combinados. Recuperado 9 de diciembre de 2015, a partir de <http://www.doppelmayr.com/es/productos/telefericos-combinados/>
- Doppelmayr. (2015e). Teleféricos de grupo. Recuperado 25 de septiembre de 2015, a partir de <http://www.doppelmayr.com/es/productos/telefericos-de-grupo/>
- EFEverde. (2016). Mexicable, teleférico de transporte urbano de México alimentado con energía solar. Recuperado 2 de mayo de 2017, a partir de <http://www.efeverde.com/noticias/mexicable-teleferico-transporte-urbano-mexico-alimentado-energia-solar/>
- EMSD. (2004). *Code of practice on the design, manufacture and installation of aerial ropeways*. Hong Kong: Electrical and Mechanical Services Department.
- EN 13223:2004 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinada a personas. Accionamientos y otros dispositivos mecánicos.
- EN 13796-1:2005 Requisitos de seguridad para las instalaciones de transporte de personas por cable. Vehículos. Parte 1: Pinzas, carros, frenos de a bordo, cabinas, sillas, coches, vehículos de mantenimiento, arrastres.

- EN 13796-2:2005 Requisitos de seguridad para las instalaciones de transporte de personas por cable. Vehículos. Parte 2: Ensayo de resistencia al deslizamiento de las pinzas.
- EN 13796-3:2005 Requisitos de seguridad para las instalaciones de transporte de personas por cable. Vehículos. Parte 3: Ensayos de fatiga.
- EN 1907:2005 Requisitos de seguridad para las instalaciones de transporte de personas por cable. Terminología.
- Evet, J. B., & Liu, C. (2008). *Soils and foundations*. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.
- Funds Society. (2015). Los teleféricos: ¿el nuevo transporte urbano en América Latina? Recuperado 2 de octubre de 2015, a partir de <http://www.fundssociety.com/es/noticias/alternativos/los-telefericos-el-nuevo-transporte-urbano-en-america-latina>
- Funicular. (s. f.). En *Wikipedia*. Recuperado a partir de <https://en.wikipedia.org/wiki/Funicular>
- Funitel. (s. f.). En *Wikipedia*. Recuperado a partir de <https://en.wikipedia.org/wiki/Funitel>
- Gallop, R. (2014). *Estudio de prefactibilidad para la integración de un metrocable en el centro histórico de Tegucigalpa, Honduras: "Una evaluación cuantitativa de la incorporación de un metrocable, ubicado en el centro histórico, como una vía de comunicación integrada*. Universidad Andrés Bello, Santiago de Chile.
- Hutchinson, A. (2012). *Accessibility-mobility-equity: ART technology in Medellín, Rio de Janeiro and Caracas. Transportation and Land Use*. College Park: University of Maryland.
- IMDMQ. Ordenanza metropolitana que crea y regula el subsistema de transporte público de pasajeros por teleférico, funicular y otros medios similares - Quito Cables.
- INEC. (2013). *Anuario de estadísticas de transporte 2013*. Quito: Instituto nacional de estadísticas y censos.
- ISCHGL. (2015). Silvrettabahn funitel in Tyrol. Recuperado 28 de septiembre de 2015, a partir de <http://www.ischgl.com/en/silvrettabahn-funitel-tyrol>
- Kendall, N. (2015). Squaw Valley's funitel lift. Recuperado 28 de septiembre de 2015, a partir de <http://www.onthesnow.com/california/squaw-valley-usa/resort-photos-id1941--squaw-valley-CA-funitel.html>
- Kohon, J. (2011). *La infraestructura en el desarrollo integral de América Latina. Diagnóstico estratégico y propuestas para una agenda prioritaria. Transporte*. Bogotá: Corporación andina de fomento.
- Lainformacion. (2016). El primer teleférico urbano de Francia entra en servicio. Recuperado 2 de mayo de 2017, a partir de [http://www.lainformacion.com/economia-negocios-y-finanzas/transporte/primer-teleferico-urbano-Francia-servicio\\_0\\_973403428.html](http://www.lainformacion.com/economia-negocios-y-finanzas/transporte/primer-teleferico-urbano-Francia-servicio_0_973403428.html)
- Leitner. (2014). GD10 Yenimahalle I+II. Recuperado 11 de diciembre de 2015, a partir de <https://www.leitner-ropeways.com/es/empresa/referencias/gd10-yenimahalle-i-ii-2389/>
- Leitner. (2015a). Detachable gondola lifts. Recuperado 8 de diciembre de 2015, a partir de <https://www.leitner-ropeways.com/en/products/detachable-gondola-lifts-22/>
- Leitner. (2015b). Telemix. Recuperado 9 de diciembre de 2015, a partir de <https://www.leitner-ropeways.com/es/productos/telemix-82/>

- Leitner. (2015c). Tricable and bicable gondola lifts. Recuperado 1 de diciembre de 2015, a partir de <https://www.leitner-ropeways.com/en/products/tricable-and-bicable-gondola-lifts-20/>
- Leitner. (2017). Elementos de teleféricos. Recuperado 2 de mayo de 2017, a partir de <https://www.leitner-ropeways.com/es/empresa/informaciones-utiles/elementos-de-telefericos/>
- Livewellecuador. (2012). Some of the cable cars have bicycle racks [Fotografía]. Recuperado 24 de septiembre de 2015, a partir de <http://www.livewellecuador.com/Pages/QuitoTeleferico.aspx>
- LM Teleben wlm. (2013). Recuperado 7 de diciembre de 2015, a partir de <https://www.youtube.com/watch?v=RSNdaq9MSPU>
- Loayza, C., & Zapata, D. (2012). *Diseño del sistema teleférico tipo turístico de 700 m de longitud entre el barrio 6 de diciembre y balneario de La Sucia, ubicados en el cantón San Miguel de los Bancos*. Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Lugares de nieve. (2014, junio 3). 40 millones de euros para convertir Arcalís en una estación viable. *Lugares de nieve*. Recuperado a partir de <http://www.lugaresdenieve.com/?q=es/noticia/40-millones-de-euros-para-convertir-arcalis-en-una-estacion-viable>
- Mazumder, S. (s. f.). Aerial ropeways. En M. Ramlu (Ed.), *Mine Hoisting*. New Delhi: Oxford & IBH.
- MDZ. (2015). Teleféricos urbanos avanzan en África y América Latina. Recuperado 2 de octubre de 2015, a partir de <http://www.mdzol.com/video/610364-telefericos-urbanos-avanzan-en-africa-y-america-latina/>
- MiTeleférico. (2015, diciembre 4). Mi Teleférico realiza el vaciado de la fundación de la primera torre de la línea Blanca. Recuperado 16 de diciembre de 2015, a partir de <http://www.miteleferico.bo/teleferico/noticiast.php?idnoticia=NjU1>
- O'Connor, R., & Dale, S. (2011). Urban gondolas, aerial ropeways and public transportation: past mistakes and future strategies, 1-26. Recuperado a partir de <http://www.oitaf.org/Kongress 2011/Referate/O'Connor - Dale 01-2012.pdf>
- Orro, A., Novales, M., & Rodríguez, M. (2003). *Transporte por cable*. La Coruña: Tórculo artes gráficas.
- Ponce, A., & Ponce, R. (2013). *Diseño y simulación de un teleférico con capacidad de transportación para 8 personas y un recorrido de 1 km*. Universidad Politécnica Salesiana, Quito.
- Populationpyramid. (2015). Pirámide de población: mundo 2015. Recuperado 6 de julio de 2015, a partir de <http://populationpyramid.net/es/mundo/2015/>
- Prensa Quito. (2015, mayo 6). Quito Cables transportarán a 150 000 pasajeros por día. *Agencia Pública de Noticias del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito. Recuperado a partir de [http://prensa.quito.gob.ec/Noticias/news\\_user\\_view/quito\\_cables\\_transportaran\\_a\\_150\\_000\\_pasajeros\\_por\\_dia--14035](http://prensa.quito.gob.ec/Noticias/news_user_view/quito_cables_transportaran_a_150_000_pasajeros_por_dia--14035)
- Puente, R. (2013). Coger percha y levantarse robertpuente.net [Archivo de video]. Recuperado 25 de septiembre de 2015, a partir de [https://www.youtube.com/watch?v=l-Qs\\_JCwHpg](https://www.youtube.com/watch?v=l-Qs_JCwHpg)
- Radim. (2010). Grosser Arber. Recuperado 2 de mayo de 2017, a partir de

- <http://www.lanove-drahy.cz/forum/viewtopic.php?f=24&t=288>
- RAE. (2015a). Teleférico. En *Diccionario de la lengua española*. Madrid: Real Academia Española. Recuperado a partir de <http://lema.rae.es/drae/?val=telef%25C3%25A9rico>
- RAE. (2015b). Telesquí. En *Diccionario de la lengua española*. Madrid: Real Academia Española. Recuperado a partir de <http://lema.rae.es/drae/?val=telesqu%25C3%25ADes>
- Ramos, G. (2015, marzo 5). Latinoamérica quiere descolapsar sus ciudades a golpe de teleférico. *Idealista News*. Recuperado a partir de <http://www.idealista.com/news/inmobiliario/internacional/2015/03/05/735215-latinoamerica-quiere-descolapsar-sus-ciudades-a-golpe-de-teleferico>
- Redacción Obras. (2013). El teleférico, una solución para el transporte masivo de AL. Recuperado 2 de octubre de 2015, a partir de <http://www.obrasweb.mx/construccion/2013/07/08/el-teleferico-una-solucion-para-el-transporte-masivo-de-al>
- Romo, M., Checa, D., & Zambrano, S. (2011). Criterios y alternativas para el diseño de un teleferico. *II Congreso: Ciencia y Tecnología*. Sangolquí. Recuperado a partir de [http://www.espe.edu.ec/portal/files/congreso/articulo\\_11.pdf](http://www.espe.edu.ec/portal/files/congreso/articulo_11.pdf)
- Rushby, K. (2015, junio 6). Urban cable cars: from transport solution to tourist attraction. *The guardian*. Recuperado a partir de <http://www.theguardian.com/travel/2015/jun/06/urban-cable-cars-cities-tourist-attractions>
- SERCOP. (2015). *Metodología para la definición de una oferta como ecuatoriana en los procesos de adquisición de bienes y prestación de servicios*. Quito. Recuperado a partir de [http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic5\\_ecu\\_panel5\\_SERCOP\\_8.1.2.Resolución-2015-33.pdf](http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic5_ecu_panel5_SERCOP_8.1.2.Resolución-2015-33.pdf)
- Tapia, G. (2013, mayo 18). Cabinas del teleférico tendrán amortiguador antibalancesos. *La Razón*. Wolfurt. Recuperado a partir de [http://www.la-razon.com/ciudades/Cabinas-teleferico-amortiguador-antibalancesos\\_0\\_1835216481.html](http://www.la-razon.com/ciudades/Cabinas-teleferico-amortiguador-antibalancesos_0_1835216481.html)
- Tarabita. (s. f.). En *Wikipedia*. Recuperado a partir de <https://es.wikipedia.org/wiki/Tarabita>
- Tarabitas. (s. f.). Recuperado 25 de septiembre de 2015, a partir de <http://www.banios.com/banosecuador/tarabitas.html>
- Telecabina. (s. f.). En *Wikipedia*. Recuperado a partir de <https://es.wikipedia.org/wiki/Telecabina>
- Telegraph. (2011). World population hits 7 billion. Recuperado 6 de julio de 2015, a partir de <http://www.telegraph.co.uk/news/interactive-graphics/graphic-of-the-day/8855788/Graphic-World-population-hits-7-billion.html>
- Telesquí. (s. f.). En *Wikipedia*. Recuperado a partir de <https://es.wikipedia.org/wiki/Telesquí>
- TEUFELBERGER. (s. f.). Solitec 2-seiter. *TEUFELBERGER*, 17. Recuperado a partir de <http://www.teufelberger.com/en/products/ropeway-mining-ropes/passenger-ropeways/round-trip-ropeways.html>
- Tomlinson, M. J., & Boorman, R. (2001). *Foundation design and construction*. Cornwall: Pearson Education.
- UN. (2011). UN news center: as world passes 7 billion milestone, UN urges action to meet key challenges. Recuperado 6 de julio de 2015, a partir de



[http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=40257#.VZrRE\\_IViko](http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=40257#.VZrRE_IViko)

- UN. (2014). World's population increasingly urban with more than half living in urban areas. Recuperado 2 de diciembre de 2015, a partir de <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-urbanization-prospects.html>
- UNE-EN 12397:2006 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Explotación.
- UNE-EN 12408:2006 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Aseguramiento de la calidad.
- UNE-EN 12927-1:2005 Requisitos de seguridad para instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cables. Parte 1: Criterios de selección de los cables y de sus sujeciones de extremidad.
- UNE-EN 12927-2:2005 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cables. Parte 2: Coeficientes de seguridad.
- UNE-EN 12927-3:2005 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cables. Parte 3: Empalme de los cables tractores, portadorestractores y de remolque de 6 cordones.
- UNE-EN 12927-4:2005 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cables. Parte 4: Sujeciones de extremidad.
- UNE-EN 12927-5:2006 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cables. Parte 5: Almacenaje, transporte, montaje y puesta en tensión. UNE-EN 12927-6:2006 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cables. Parte 6: Criterios de rechazo.
- UNE-EN 12927-7:2006 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cables. Parte 7: Control, reparación y mantenimiento.
- UNE-EN 12927-8:2006 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cables. Parte 8: Ensayos no destructivos por examen electromagnético. UNE-EN 12929-1:2006 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Requisitos generales. Parte 1: Requisitos aplicables a todas las instalaciones.
- UNE-EN 12929-2:2006 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Requisitos generales. Parte 2: Requisitos adicionales para teleféricos bicable de vaivén sin freno de carro.
- UNE-EN 12930:2005 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cálculos.
- UNE-EN 13107:2006 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Obras de ingeniería civil.
- UNE-EN 1709:2006 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Examen previo a la puesta en servicio, mantenimiento y controles en explotación.
- UNE-EN 1908:2005 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Dispositivos de puesta en tensión.
- UNE-EN 1909:2005 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Recuperación y evacuación.

- USCB. (2015). U.S. census bureau: U.S. and world population clock. Recuperado 6 de julio de 2015, a partir de <http://www.census.gov/popclock/>
- Vive Ecuador. (2015). Tarabita en la vía Baños-Puyo. Recuperado 7 de diciembre de 2015, a partir de <http://www.turismo-ecuador.com/ecu/?p=166>
- WARDS. (2011). World vehicle population tops 1 billion units. Recuperado 7 de julio de 2015, a partir de [http://wardsauto.com/ar/world\\_vehicle\\_population\\_110815](http://wardsauto.com/ar/world_vehicle_population_110815)
- WBG. (2015). Urban population (% of total). Recuperado 2 de diciembre de 2015, a partir de <http://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS>
- WEF. (2014). *Connected world: hyperconnected travel and transportation in action*. Ginebra: World economic forum. Recuperado a partir de [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Connected\\_World\\_HyperconnectedTravelAndTransportationInAction\\_2014.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Connected_World_HyperconnectedTravelAndTransportationInAction_2014.pdf)
- WHO. (2013). *Global status report on road safety 2013: supporting a decade of action*. Luxemburgo: World health organization. [http://doi.org/http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2013/en/index.html](http://doi.org/http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/en/index.html)
- Worldometers. (2012). Cars produced in the world. Recuperado 7 de julio de 2015, a partir de <http://www.worldometers.info/cars/>

## ANEXOS

### ANEXO I. Análisis de precios unitarios de los trenes de poleas o balancines de torres.

Tabla I.1. Costo suministro tren de 8 poleas a compresión y 8 a tracción D=420/550.

RUBRO : SUMINISTRO TREN DE 8 POLEAS A COMPRESIÓN Y 8 A TRACCIÓN D=420/550

UNIDAD : U

DETALLE :

CÓDIGO: TP - 001

Equipos					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0</b>
Mano de obra					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0</b>
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Tren de 8 poleas a compresión y 8 a tracción d=420/550	U	1.00	47,414.27	47,414.27	
<b>Subtotal O</b>					<b>47,414.27</b>
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>47,414.27</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>6960.41</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>54,374.68</b>

Fuente: Propia.

Tabla I.2. Costo ensamble y montaje tren de 8 poleas a compresión y 8 a tracción D=420/550.

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE TREN DE 8 POLEAS A COMPRESIÓN Y 8 A TRACCIÓN D=420/550

UNIDAD : U  
CÓDIGO: TP  
- 002

DETALLE :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	36.00	147.60
Soldadora Eléctrica 300 <sup>a</sup>	0.06	1.45	0.09	36.00	3.24
Herramienta menor para procesos mecánicos	8.00	0.50	4.00	36.00	144.00
Grúa (alquiler)	1.00	75.12	75.12	36.00	2,704.32
Prensa hidráulica	1.00	20.34	20.34	36.00	732.24
Torcómetro digital	1.00	4.60	4.60	36.00	165.60
<b>Subtotal M</b>					<b>3,897.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional B1 (técnico mecánico de balancines, etc.)	1.00	12.50	12.50	36.00	450.00
Estruc. Ocupacional E2 (mecánico de ensamble, etc.)	4.00	3.35	13.40	36.00	482.40
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante mecánico, etc.)	4.00	3.26	13.04	36.00	469.44
Estruc. Ocupacional E2 (soldador ASME, etc.)	1.00	4.75	4.75	36.00	171.00
<b>Subtotal N</b>					<b>1,572.84</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Disco de corte 7 1/2"	U	4.00	2.50	10.00	
Kit de galvanizado en frío (spray)	U	1.00	25.00	25.00	
Grata	U	4.00	6.25	25.00	
Disco de desbaste	U	4.00	3.19	12.76	
Electrodo E7018	Kg	20.00	5.20	104.00	
<b>Subtotal O</b>					<b>176.76</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>5,646.60</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>828.92</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>6,475.52</b>

(Fuente: Propia)

Tabla I.3. Costo suministro tren de 12 poleas a tracción D=550.

RUBRO : SUMINISTRO TREN DE 12 POLEAS A TRACCIÓN D=550

UNIDAD : U

DETALLE :

CÓDIGO: TP - 003

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal m</b>					<b>0</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Tren de 12 poleas a tracción d=550	U	1.00	40,268.70	40,268.70	
<b>Subtotal O</b>				<b>40,268.70</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>40,268.70</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>5911.45</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>46,180.15</b>

Fuente: Propia.

Tabla I.4. Costo ensamble y montaje tren de 12 poleas a tracción D=550.

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE TREN DE 12 POLEAS A TRACCIÓN D=550

UNIDAD : U  
CÓDIGO: TP  
- 004

**DETALLE :**

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	32.00	131.20
Herramienta menor para procesos mecánicos	8.00	0.50	4.00	32.00	128.00
Grúa (alquiler)	1.00	75.12	75.12	32.00	2,403.84
Prensa hidráulica	1.00	20.34	20.34	32.00	650.88
Soldadora eléctrica 300a	0.06	1.45	0.09	32.00	2.90
Torcómetro digital	1.00	4.60	4.60	32.00	147.20
<b>Subtotal M</b>					<b>3,464.02</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/h R b	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional E2 (mecánico de ensamble, etc.)	4.00	3.35	13.40	32.00	428.80
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante mecánico, etc.)	4.00	3.26	13.04	32.00	417.28
Estruc. Ocupacional B1 (técnico mecánico de balancines, etc.)	1.00	12.50	12.50	32.00	400.00
Estruc. Ocupacional E2 (soldador ASME, etc.)	0.06	4.75	0.30	32.00	9.50
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,255.58</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Disco de corte 7 1/2"	U	4.00	2.50	10.00	
Kit de galvanizado en frío (spray)	U	1.00	25.00	25.00	
Grata	U	4.00	6.25	25.00	
Disco de desbaste	U	4.00	3.19	12.76	
Electrodo E7018	Kg	20.00	5.20	104.00	
<b>Subtotal O</b>					<b>176.76</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>4,896.36</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>718.79</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>5,615.15</b>

Fuente: Propia.

Tabla I.5. Costo suministro tren de 12 poleas a compresión D=42.

RUBRO : SUMINISTRO TREN DE 12 POLEAS A COMPRESIÓN D=420  
 DETALLE :

UNIDAD : U  
 CÓDIGO: TP - 005

Equipos					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Subtotal M					0

Mano de obra					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Subtotal N					0

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Tren de 12 poleas a compresión D=420	U	1.00	29,979.38	29,979.38	
Subtotal O				29,979.38	

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
Subtotal P					0

Total costo directo (M+N+O+P)	29,979.38
Indirectos 14.68%	4,400.97
Otros indirectos 0.00%	0.00
Costo total del rubro	34,380.35

Fuente: Propia.

Tabla I.6. Costo ensamble y montaje tren de 12 poleas a compresión d=420.

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE TREN DE 12 POLEAS A COMPRESIÓN D=420

UNIDAD : U  
CÓDIGO: TP -  
006

DETALLE :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	32.00	131.20
Herramienta menor para procesos mecánicos	8.00	0.50	4.00	32.00	128.00
Grúa (alquiler)	1.00	75.12	75.12	32.00	2,403.84
Prensa hidráulica	1.00	20.34	20.34	32.00	650.88
Soldadora eléctrica 300a	0.06	1.45	0.09	32.00	2.88
Torcómetro digital	1.00	4.60	4.60	32.00	147.20
<b>Subtotal M</b>					<b>3,464.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional E2 (mecánico de ensamble, etc.)	4.00	3.35	13.40	32.00	428.80
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante mecánico, etc.)	4.00	3.26	13.04	32.00	417.28
Estruc. Ocupacional B1 (técnico mecánico de balancines, etc.)	1.00	12.50	12.50	32.00	400.00
Estruc. Ocupacional E2 (soldador asme, etc.)	0.06	4.75	0.29	32.00	9.28
<b>Subtotal N</b>					<b>1,255.36</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad a	Precio unit. B USD	Costo c=a*b USD	
Disco de corte 7 1/2"	U	4.00	2.50	10.00	
Kit de galvanizado en frío (spray)	U	1.00	25.00	25.00	
Grata	U	4.00	6.25	25.00	
Disco de desbaste	U	4.00	3.19	12.76	
Electrodo E7018	Kg	20.00	5.20	104.00	
<b>Subtotal O</b>				<b>176.76</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>4,896.12</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>718.75</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>5,614.87</b>

Fuente: Propia.



Tabla I.7. Costo suministro tren de 10 poleas a tracción D=550.

RUBRO : SUMINISTRO TREN DE 10 POLEAS A TRACCIÓN D=550

UNIDAD : U

DETALLE :

CÓDIGO: TP - 007

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Tren de 10 poleas a tracción D=550	U	1.00	31,591.38	31,591.38	
<b>Subtotal O</b>					<b>31,591.38</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>31,591.38</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>4,637.61</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>36,228.99</b>

(Fuente: Propia)

Tabla I.8. Costo ensamble y montaje tren de 10 poleas a tracción d=550.

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE TREN DE 10 POLEAS A TRACCIÓN D=550

UNIDAD : U  
CÓDIGO: TP  
- 008

DETALLE :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	28.00	114.80
Herramienta menor para procesos mecánicos	6.00	0.50	3.00	28.00	84.00
Grúa (alquiler)	1.00	75.12	75.12	28.00	2,103.36
Prensa hidráulica	1.00	20.34	20.34	28.00	569.52
Soldadora eléctrica 300 <sup>a</sup>	0.07	1.45	0.10	28.00	2.80
Torcómetro digital	1.00	4.60	4.60	28.00	128.80
<b>Subtotal M</b>					<b>3,003.28</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional E2 (mecánico de ensamble, etc.)	3.00	3.35	10.05	28.00	281.40
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante mecánico, etc.)	3.00	3.26	9.78	28.00	273.84
Estruc. Ocupacional B1 (técnico mecánico de balancines, etc.)	1.00	12.50	12.50	28.00	350.00
Estruc. Ocupacional E2 (soldador ASME, etc.)	0.07	4.75	0.33	28.00	9.24
<b>Subtotal N</b>					<b>914.48</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Disco de corte 7 ½"	U	4.00	2.50	10.00	
Kit de galvanizado en frío (spray)	U	1.00	25.00	25.00	
Grata	U	4.00	6.25	25.00	
Disco de desbaste	U	4.00	3.19	12.76	
Electrodo E7018	Kg	20.00	5.20	104.00	
<b>Subtotal O</b>				<b>176.76</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>4,094.52</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>601.08</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>4,695.60</b>

Fuente: Propia.

Tabla I.9. Costo suministro tren de 10 poleas a compresión D=420.

RUBRO : SUMINISTRO TREN DE 10 POLEAS A COMPRESIÓN D=420  
 DETALLE :

UNIDAD : U  
 CÓDIGO: TP - 009

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Tren de 10 poleas a compresión D=420	U	1.00	25,872.97	25,872.97	
<b>Subtotal O</b>					<b>25,872.97</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>25,872.97</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>3,798.15</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>29,671.12</b>

(Fuente: Propia)

Tabla I.10. Costo ensamble y montaje tren de 10 poleas a compresión D=420.

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE TREN DE 10 POLEAS A COMPRESIÓN D=420

UNIDAD : U  
CÓDIGO: TP -  
010

DETALLE :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	28.00	114.80
Herramienta menor para procesos mecánicos	6.00	0.50	3.00	28.00	84.00
Grúa (alquiler)	1.00	75.12	75.12	28.00	2,103.36
Prensa hidráulica	1.00	20.34	20.34	28.00	569.52
SOLDADORA ELÉCTRICA 300ª	0.07	1.45	0.10	28.00	2.80
Torcómetro digital	1.00	4.60	4.60	28.00	128.80
<b>Subtotal M</b>					<b>3,003.28</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/ hr b USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional E2 (mecánico de ensamble, etc.)	3.00	3.35	10.05	28.00	281.40
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante mecánico, etc.)	3.00	3.26	9.78	28.00	273.84
Estruc. Ocupacional B1 (técnico mecánico de balancines, etc.)	1.00	12.50	12.50	28.00	350.00
Estruc. Ocupacional E2 (soldador ASME, etc.)	0.07	4.75	0.33	28.00	9.24
<b>Subtotal N</b>					<b>914.48</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Disco de corte 7 1/2"	U	4.00	2.50	10.00	
Kit de galvanizado en frío (spray)	U	1.00	25.00	25.00	
Grata	U	4.00	6.25	25.00	
Disco de desbaste	U	4.00	3.19	12.76	
Electrodo E7018	Kg	20.00	5.20	104.00	
<b>Subtotal O</b>				<b>176.76</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>4,094.52</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>601.08</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>4,695.60</b>

Fuente: Propia.

Tabla I.11. Costo suministro tren de 8 poleas a tracción D=550.

RUBRO : SUMINISTRO TREN DE 8 POLEAS A TRACCIÓN D=550

UNIDAD : U

DETALLE :

CÓDIGO: TP - 011

Equipos					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0</b>
Mano de obra					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0</b>
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B	
Tren de 8 poleas a tracción D=550	U	1.00	28,125.78	28,125.78	
<b>Subtotal O</b>					<b>28,125.78</b>
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>28,125.78</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>4,128.86</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>32,254.64</b>

(Fuente: Propia)

Tabla I.12. Costo ensamble y montaje tren de 8 poleas a tracción D=550.

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE TREN DE 8 POLEAS A TRACCIÓN D=550

UNIDAD : U  
CÓDIGO: TP -  
012

DETALLE :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	24.00	98.40
Herramienta menor para procesos mecánicos	6.00	0.50	3.00	24.00	72.00
Grúa (alquiler)	1.00	75.12	75.12	24.00	1,802.88
Prensa hidráulica	1.00	20.34	20.34	24.00	488.16
Soldadora eléctrica 300a	0.08	1.45	0.12	24.00	2.88
Torcómetro digital	1.00	4.60	4.60	24.00	110.40
<b>Subtotal M</b>					<b>2,574.72</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/ hr B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional E2 (mecánico de ensamble, etc.)	3.00	3.35	10.05	24.00	241.20
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante mecánico, etc.)	3.00	3.26	9.78	24.00	234.72
Estruc. Ocupacional B1 (técnico mecánico de balancines, etc.)	1.00	12.50	12.50	24.00	300.00
Estruc. Ocupacional E2 (soldador ASME, etc.)	0.08	4.75	0.38	24.00	9.12
<b>Subtotal N</b>					<b>785.04</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Disco de corte 7 1/2"	U	4.00	2.50	10.00	
Kit de galvanizado en frío (spray)	U	1.00	25.00	25.00	
Grata	U	4.00	6.25	25.00	
Disco de desbaste	U	4.00	3.19	12.76	
Electrodo E7018	Kg	20.00	5.20	104.00	
<b>Subtotal O</b>					<b>176.76</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>3,536.52</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>519.16</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>4,055.68</b>

Fuente: Propia.

Tabla I.13. Costo suministro tren de 6 poleas a tracción D=550.

RUBRO : SUMINISTRO TREN DE 6 POLEAS A TRACCIÓN D=550  
 DETALLE :

UNIDAD : U  
 CÓDIGO: TP - 013

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
Subtotal M					0
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Subtotal N					0
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Tren de 6 poleas a tracción D=550	U	1.00	19,115.82	19,115.82	
Subtotal O					19,115.82
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
Subtotal P					0
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>19,115.82</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>2,806.20</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>21,922.02</b>

(Fuente: Propia)

Tabla I.14. Costo ensamble y montaje tren de 6 poleas a tracción D=550.

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE TREN DE 6 POLEAS A TRACCIÓN D=550

UNIDAD : U  
CÓDIGO: TP -  
014

DETALLE :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	20.00	82.00
Herramienta menor para procesos mecánicos	4.00	0.50	2.00	20.00	40.00
Grúa (alquiler)	1.00	75.12	75.12	20.00	1,502.40
Prensa hidráulica	1.00	20.34	20.34	20.00	406.80
Soldadora eléctrica 300A	0.10	1.45	0.15	20.00	3.00
Torcómetro digital	1.00	4.60	4.60	20.00	92.00
<b>Subtotal M</b>					<b>2,126.20</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional E2 (mecánico de ensamble, etc.)	2.00	3.35	6.70	20.00	134.00
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante mecánico, etc.)	2.00	3.26	6.52	20.00	130.40
Estruc. Ocupacional B1 (técnico mecánico de balancines, etc.)	1.00	12.50	12.50	20.00	250.00
Estruc. Ocupacional E2 (soldador asme, etc.)	0.10	4.75	0.48	20.00	9.60
<b>Subtotal N</b>					<b>524.00</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Disco de corte 7 1/2"	U	4.00	2.50	10.00	
Kit de galvanizado en frío (spray)	U	1.00	25.00	25.00	
Grata	U	4.00	6.25	25.00	
Disco de desbaste	U	4.00	3.19	12.76	
Electrodo E7018	Kg	20.00	5.20	104.00	
<b>Subtotal O</b>				<b>176.76</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>2,826.96</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>415.00</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>3,241.96</b>

Fuente: Propia.



Tabla I.15. Costo suministro tren de 4 poleas a tracción D=550.

RUBRO : SUMINISTRO TREN DE 4 POLEAS A TRACCIÓN D=550  
 DETALLE :

UNIDAD : U  
 CÓDIGO: TP - 015

Equipos					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0</b>
Mano de obra					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0</b>
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Tren de 4 poleas a tracción D=550	U	1.00	13,024.56	13,024.56	
<b>Subtotal O</b>				<b>13,024.56</b>	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa A USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>				<b>13,024.56</b>	
<b>Indirectos 14.68%</b>				<b>1,912.01</b>	
<b>Otros indirectos 0.00%</b>				<b>0.00</b>	
<b>Costo total del rubro</b>				<b>14,936.57</b>	

(Fuente: Propia)

Tabla I.16. Costo ensamble y montaje tren de 4 poleas a tracción D=550.

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE TREN DE 4 POLEAS A TRACCIÓN D=550

UNIDAD : U  
CÓDIGO: TP  
- 016

DETALLE :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	16.00	65.60
Herramienta menor para procesos mecánicos	4.00	0.50	2.00	16.00	32.00
Grúa (alquiler)	1.00	75.12	75.12	16.00	1,201.92
Prensa hidráulica	1.00	20.34	20.34	16.00	325.44
Soldadora eléctrica 300a	0.13	1.45	0.19	16.00	3.04
Torcómetro digital	1.00	4.60	4.60	16.00	73.60
<b>Subtotal M</b>					<b>1,701.60</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional E2 (mecánico de ensamble, etc.)	2.00	3.35	6.70	16.00	107.20
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante mecánico, etc.)	2.00	3.26	6.52	16.00	104.32
Estruc. Ocupacional B1 (técnico mecánico de balancines, etc.)	1.00	12.50	12.50	16.00	200.00
Estruc. Ocupacional E2 (soldador ASME, etc.)	0.13	4.75	0.62	16.00	9.92
<b>Subtotal N</b>					<b>421.44</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B	
Disco de corte 7 1/2"	U	4.00	2.50	10.00	
Kit de galvanizado en frío (spray)	U	1.00	25.00	25.00	
Grata	U	4.00	6.25	25.00	
Disco de desbaste	U	4.00	3.19	12.76	
Electrodo E7018	Kg	20.00	5.20	104.00	
<b>Subtotal O</b>				<b>176.76</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>2,299.80</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>337.61</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>2,637.41</b>

Fuente: Propia.

Tabla I.17. Costo calibración y puesta a punto de trenes de poleas.

RUBRO : CALIBRACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE TRENES DE POLEAS

UNIDAD : U  
CÓDIGO: TP  
- 017

DETALLE :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de balanceo	1.00	5.32	5.32	5.71	30.38
Laser de alineación de balancines	1.00	6.84	6.84	5.71	39.06
<b>Subtotal M</b>					<b>69.44</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional B1 (técnico de alineación y balanceo, etc.)	2.00	30.00	60.00	5.71	342.60
Estruc. Ocupacional B1 (instrumentista para alineación de balancines, etc.)	2.00	15.00	30.00	5.71	171.30
Profesional de nivel 3 (técnico especialista en alineación de balancines - internacional, etc.)	1.00	150.00	150.00	5.71	856.50
<b>Subtotal N</b>					<b>1,370.40</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal O</b>					<b>0</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0.00</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>1,439.84</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>211.37</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>1,651.21</b>

(Fuente: Propia)

## ANEXO II. Análisis de precios unitarios del Sistema desvío de cable tractor-motriz

Tabla II.1. Costo suministro conjunto polea-tractor-motriz.

RUBRO : SUMINISTRO CONJUNTO POLEA TRACTOR MOTRIZ (PTM)					UNIDAD : U
DESCRIPCIÓN :					CÓDIGO: SDC-001
<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
USD					
<b>Subtotal N</b>					<b>0.00</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Suministro conjunto polea tractor motriz (PTM)	U	1.00	2115.26	2,115.26	
<b>Subtotal O</b>					<b>2,115.26</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>2,115.26</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>310.52</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>2,425.78</b>

Fuente: Propia.

Tabla II.2. Costo de suministro conjunto polea-tractor.

RUBRO : SUMINISTRO CONJUNTO POLEA TRACTOR (PT)  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: SDC-002

Equipos					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0.00</b>
Mano de obra					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0.00</b>
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Suministro conjunto polea tractor (pt)	U	1.00	1,707.17	1,707.17	
<b>Subtotal O</b>				<b>1,707.17</b>	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>1,707.17</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>250.61</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>1,957.78</b>

(Fuente: Propia)

Tabla II.3. Costo suministro conjunto polea horizontal (PH).

RUBRO : SUMINISTRO CONJUNTO POLEA HORIZONTAL (PH)  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: SDC-003

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0.00</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Suministro conjunto polea horizontal	U	1.00	1,589.41	1,589.41	
<b>Subtotal O</b>				<b>1,589.41</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>1,589.41</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>233.33</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>1,822.74</b>

Fuente: Propia.

Tabla II.4. Costo suministro conjunto 3 polea horizontal (PH3).

RUBRO : SUMINISTRO CONJUNTO 3 POLEA HORIZONTAL (PH3)  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: SDC-004

Equipos					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0.00</b>
Mano de obra					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0.00</b>
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Suministro conjunto 3 polea horizontal (ph3)	U	1.00	4,888.81	4,888.81	
<b>Subtotal O</b>					<b>4,888.81</b>
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>4,888.81</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>717.68</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>5,606.49</b>

(Fuente: Propia)

Tabla II.5. Costo suministro conjunto 4 polea horizontal (PH4).

RUBRO : SUMINISTRO CONJUNTO 4 POLEA HORIZONTAL (PH4)

UNIDAD : U

DESCRIPCIÓN :

CÓDIGO: SDC-005

Equipos					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0.00</b>
Mano de obra					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo d=c*r USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0.00</b>
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Suministro conjunto 4 polea horizontal (ph4)	U	1.00	6,743.56	6,743.56	
<b>Subtotal O</b>				<b>6,743.56</b>	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>6,743.56</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>989.95</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>7,733.51</b>

Fuente: Propia.



Tabla II.6. Costo ensamble y montaje sistema de desvío de cable, estaciones de retorno.

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE DE SISTEMA DE DESVÍO DE CABLE/ ESTACIONES DE RETORNO					UNIDAD : U
DESCRIPCIÓN :					CÓDIGO: SDC-006
<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantid ad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	80.00	328.00
Herramienta menor para procesos mecánicos	3.00	0.50	1.50	80.00	120.00
Laser de alineación para poleas	0.20	6.84	1.37	80.00	109.60
Prensa hidráulica 10 ton	0.30	20.34	6.10	80.00	488.00
Tecele	0.40	0.50	0.20	80.00	16.00
Torcómetro digital	3.00	4.60	13.80	80.00	1104
Andamios, módulos metálicos	8.00	0.12	0.96	80.00	76.8
<b>Subtotal M</b>					<b>2,242.40</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantid ad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Profesional de nivel 3 (especialista en alineación de vías principales, etc.)	0.20	150.00	30.00	80.00	2,400.00
Estruc. Ocupacional D2 (técnico para ensamble de vías principales, etc.)	1.00	11.25	11.25	80.00	900.00
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	4.00	5.00	20.00	80.00	1,600.00
<b>Subtotal N</b>					<b>4,900.00</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal O</b>					<b>0.00</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>7,142.40</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>1,048.50</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>8,190.90</b>

(Fuente: Propia)

Tabla II.7. Costo ensamble y montaje de sistema de desvío de cable, estación motriz.

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE DE SISTEMA DE DESVÍO DE CABLE/ ESTACIÓN MOTRIZ					UNIDAD : U
DESCRIPCIÓN :					CÓDIGO: SDC-007
<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	320.00	1,312.00
Herramienta menor para procesos mecánicos	3.00	0.50	1.50	320.00	480.00
Laser de alineación para poleas	0.20	6.84	1.37	320.00	438.40
Prensa hidráulica 10 ton	0.30	20.34	6.10	320.00	1,952.00
Tecele	1.00	0.50	0.50	320.00	160.00
Torcómetro digital	3.00	4.60	13.80	320.00	4416
Andamios, módulos metálicos	8.00	0.12	0.96	320.00	307.2
<b>Subtotal M</b>					<b>9,065.60</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/ hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Profesional de nivel 3 (especialista en alineación de vías principales, etc.)	0.20	150.00	30.00	320.00	9,600.00
Estruc. Ocupacional D2 (técnico para ensamble de vías principales, etc.)	1.00	11.25	11.25	320.00	3,600.00
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	4.00	5.00	20.00	320.00	6,400.00
<b>Subtotal N</b>					<b>19,600.00</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal O</b>					<b>0.00</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>28,665.60</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>4,208.11</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>32,873.71</b>

Fuente: Propia.

Tabla II.8. Costo ensamble y montaje de sistema de desvío de cable, estación intermedia.

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE DE SISTEMA DE DESVÍO DE CABLE/ ESTACIÓN INTERMEDIA					UNIDAD : U
DESCRIPCIÓN :					CÓDIGO: SDC-008
<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	240.00	984.00
Herramienta menor para procesos mecánicos	3.00	0.50	1.50	240.00	360.00
Laser de alineación para poleas	0.20	6.84	1.37	240.00	328.80
Prensa hidráulica 10 ton	0.30	20.34	6.10	240.00	1,464.00
Tecele	0.50	0.50	0.25	240.00	60.00
Torcómetro digital	3.00	4.60	13.80	240.00	3312
Andamios, módulos metálicos	8.00	0.12	0.96	240.00	230.4
<b>Subtotal M</b>					<b>6,739.20</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Profesional de nivel 3 (especialista en alineación de vías principales, etc.)	0.20	150.00	30.00	240.00	7,200.00
Estruc. Ocupacional D2 (técnico para ensamble de vías principales, etc.)	1.00	11.25	11.25	240.00	2,700.00
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	4.00	5.00	20.00	240.00	4,800.00
<b>Subtotal N</b>					<b>14,700.00</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad a	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal O</b>				<b>0.00</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>21,439.20</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>3,147.27</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>24,586.47</b>

(Fuente: Propia)

### ANEXO III. Análisis de precios unitarios del sistema volante

Tabla III.1. Costo suministro volante doble (VD).

RUBRO : SUMINISTRO VOLANTE DOBLE (VD)  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: SV – 001

Equipos					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Subtotal M					0.00
Mano de obra					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Subtotal N					0.00
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Suministro volante doble(vd)	U	1.00	25,217.71	25,217.71	
Subtotal O				25,217.71	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
Subtotal P				0	
Total costo directo (M+N+O+P)					25,217.71
Indirectos 14.68%					3,701.96
Otros indirectos 0.00%					0.00
Costo total del rubro					28,919.67

Fuente: Propia.

Tabla III.2. Costo suministro volante simple (VS).

RUBRO : SUMINISTRO VOLANTE SIMPLE (VS)  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: SV - 002

Equipos					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0.00</b>

Mano de obra					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0.00</b>

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Suministro volante simple(vs)	U	1.00	18,265.85	18,265.85	
<b>Subtotal O</b>				<b>18,265.85</b>	

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>

<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>	<b>18,265.85</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>	<b>2,681.43</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>	<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>	<b>20,947.28</b>

(Fuente: Propia)

Tabla III.3. Costo ensamble y montaje volante doble (VD).

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE VOLANTE DOBLE (VD)

UNIDAD : U  
CÓDIGO: SV  
- 003

DESCRIPCIÓN :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	2.00	4.10	8.20	19.10	156.62
Grúa móvil 10 ton	1.00	75.12	75.12	19.10	1,434.79
Herramienta menor para procesos mecánicos	4.00	0.50	2.00	19.10	38.20
Laser de alineación para poleas	1.00	6.84	6.84	19.10	130.64
Prensa hidráulica 10 ton	1.00	20.34	20.34	19.10	388.49
Torcómetro digital	4.00	4.60	18.40	19.10	351.44
<b>Subtotal M</b>					<b>2,500.18</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Profesional de nivel 3 (especialista en montaje de volantes, etc.)	1.00	150.00	150.00	19.10	2,865.00
Profesional de nivel 3 (especialista auxiliar de alineación, etc.)	1.00	75.00	75.00	19.10	1,432.50
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	4.00	5.00	20.00	19.10	382.00
Estruc. Ocupacional C2 op (operador de maquinaria tipo 1, etc.)	1.00	3.48	3.48	19.10	66.47
<b>Subtotal N</b>					<b>4,745.97</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal O</b>				<b>0.00</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>7,246.15</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>1,063.73</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>8,309.88</b>

Fuente: Propia.

Tabla III.4. Costo ensamble y montaje volante simple (VS).

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE VOLANTE SIMPLE (VS)

UNIDAD : U  
CÓDIGO: SV  
- 004

DESCRIPCIÓN :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	2.00	4.10	8.20	15.33	125.71
Grúa móvil 10 ton	1.00	75.12	75.12	15.33	1,151.59
Herramienta menor para procesos mecánicos	4.00	0.50	2.00	15.33	30.66
Laser de alineación para poleas	1.00	6.84	6.84	15.33	104.86
Prensa hidráulica 10 ton	1.00	20.34	20.34	15.33	311.81
Torcómetro digital	4.00	4.60	18.40	15.33	282.07
<b>Subtotal M</b>					<b>2,006.70</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Profesional de nivel 3 (especialista en montaje de volantes, etc.)	1.00	150.00	150.00	15.33	2,299.50
Profesional de nivel 3 (especialista auxiliar de alineación, etc.)	1.00	75.00	75.00	15.33	1,149.75
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	4.00	5.00	20.00	15.33	306.60
Estruc. Ocupacional C2 op (operador de maquinaria tipo 1, etc.)	1.00	3.48	3.48	15.33	53.35
<b>Subtotal N</b>					<b>3,809.20</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal O</b>					<b>0.00</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>5,815.90</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>853.77</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>6,669.67</b>

(Fuente: Propia)

## ANEXO IV. Análisis de precios unitarios de las vías principales

Tabla IV.1. Costo suministro conjunto módulo recto 1 (MR1).

RUBRO : SUMINISTRO CONJUNTO MÓDULO RECTO 1 (MR1)

UNIDAD : U

DESCRIPCIÓN :

CÓDIGO: VP - 001

Equipos					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Subtotal M					0.00
Mano de obra					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Subtotal N					0.00
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Suministro conjunto módulo recto 1 (mr1)	U	1.00	2,673.10	2,673.10	
Subtotal O					2,673.10
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
Subtotal P					0
Total costo directo (M+N+O+P)					2,673.10
Indirectos 14.68%					392.41
Otros indirectos 0.00%					0.00
Costo total del rubro					3,065.51

Fuente: Propia.



Tabla IV.2. Costo suministro conjunto módulo recto 2 (MR2).

RUBRO : SUMINISTRO CONJUNTO MÓDULO RECTO 2 (MR2)  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: VP - 002

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0.00</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Suministro conjunto módulo recto 2 (MR2)	U	1.00	1,785.82	1,785.82	
<b>Subtotal O</b>					<b>1,785.82</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>1,785.82</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>262.16</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>2,047.98</b>

(Fuente: Propia)

Tabla IV.3. Costo suministro conjunto módulo curvo MC1.

RUBRO : SUMINISTRO CONJUNTO MÓDULO CURVO MC1  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: VP - 003

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0.00</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Suministro conjunto módulo curvo 1 (mc1)	U	1.00	2,195.83	2,195.83	
<b>Subtotal O</b>					<b>2,195.83</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>2,195.83</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>322.35</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>2,518.18</b>

Fuente: Propia.

Tabla IV.4. Costo suministro conjunto módulo curvo MC2.

RUBRO : SUMINISTRO CONJUNTO MÓDULO CURVO MC2  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: VP - 004

Equipos					
Descripción	Cantidad a	Tarifa b	Costo hora c=a*b	Rendimiento r	Costo d=c*r
Subtotal M					0.00
Mano de obra					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Subtotal N					0.00
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Suministro conjunto módulo curvo 2 (mc2)	U	1.00	1,362.90	1,362.90	
Subtotal O					1,362.90
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
Subtotal P					0
Total costo directo (M+N+O+P)					1,362.90
Indirectos 14.68%					200.07
Otros indirectos 0.00%					0.00
Costo total del rubro					1,562.97

Fuente: Propia.

Tabla IV.5. Costo suministro conjunto módulo curvo MC3.

RUBRO : SUMINISTRO CONJUNTO MÓDULO CURVO MC3  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: VP - 005

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0.00</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Suministro conjunto módulo curvo 3 (mc3)	U	1.00	931.40	931.40	
<b>Subtotal O</b>					<b>931.40</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>931.40</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>136.73</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>1,068.13</b>

(Fuente: Propia)

Tabla IV.6.. Costo suministro conjunto módulo curvo MC4.

RUBRO : SUMINISTRO CONJUNTO MÓDULO CURVO MC4  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: VP - 006

Equipos					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0.00</b>
Mano de obra					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0.00</b>
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Suministro conjunto módulo curvo 4 (mc4)	U	1.00	852.40	852.40	
<b>Subtotal O</b>					<b>852.40</b>
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>852.40</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>125.13</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>977.53</b>

Fuente: Propia.

Tabla IV.7. Costo suministro conjunto módulo curvo MC5.

RUBRO : SUMINISTRO CONJUNTO MÓDULO CURVO MC5  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: VP - 007

Equipos					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0.00</b>
Mano de obra					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0.00</b>
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Suministro conjunto módulo curvo 5 (mc5)	U	1.00	1,896.66	1,896.66	
<b>Subtotal O</b>					<b>1,896.66</b>
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>1,896.66</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>278.43</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>2,175.09</b>

(Fuente: Propia)

Tabla IV.8. Costo suministro de soportes vías principales, estación motriz.

RUBRO : SUMINISTRO DE SOPORTES VÍAS PRINCIPALES/ESTACIÓN MOTRIZ  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: VP - 008

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0.00</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Tubo rectangular para soportes TR100x50x3 / inen 2415	Kg	949.44	0.97	916.97	
Galvanizado tubo rectangular	Kg	949.44	0.86	816.52	
Placa de acero ASTM a 572 375x390x165x15, 4 perforación, galvanizado y maquinado	U	28.00	150.00	4,200.00	
Pernos de sujeción bronce	U	84.00	24.76	2,079.84	
Correa c79   2060	U	16.00	12.94	207.04	
Correa c80   2090	U	56.00	12.94	724.64	
Correa hexagonal cc   4463	U	8.00	39.60	316.80	
Correa c81   2110	U	4.00	12.94	51.76	
Perfil laminado en caliente al50x3	Kg	192.36	5.62	1,081.06	
<b>Subtotal O</b>				<b>10,394.63</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>10,394.63</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>1,525.93</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>11,920.56</b>

Fuente: Propia.

Tabla IV.9. Costo suministro de soportes vías principales, estaciones de retorno.

RUBRO : SUMINISTRO DE SOPORTES VÍAS PRINCIPALES/ ESTACIONES DE RETORNO  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: VP - 009

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0.00</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Tubo rectangular para soportes tr 100x50x3 / inen 2415	Kg	949.44	0.97	916.97	
Galvanizado tubo rectangular	Kg	949.44	0.86	816.52	
Placa de acero ASTM a 572 375x390x165x15, 4 perforación, galvanizado y maquinado	U	28.00	150.00	4,200.00	
Pernos de sujeción bronce	U	84.00	24.76	2,079.84	
Correa c79 l 2060	U	32.00	12.94	414.08	
Correa c80 l 2090	U	56.00	12.94	724.64	
Correa hexagonal cc l 4463	U	8.00	39.60	316.80	
Correa c81 l 2110	U	8.00	12.94	103.52	
Perfil laminado en caliente al50x3	Kg	164.88	5.62	926.63	
<b>Subtotal o</b>				<b>10,499.00</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>10,499.00</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>1,541.25</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>12,040.25</b>

(Fuente: Propia)



Tabla IV.10. Costo suministro de soportes vías principales, estación intermedia.

RUBRO : SUMINISTRO DE SOPORTES VÍAS PRINCIPALES/ESTACIÓN INTERMEDIA  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: VP - 010

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal</b>					<b>0.00</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Tubo rectangular para soportes tr 100x50x3 / inen 2415	Kg	11,833.36	0.97	11,428.66	
Galvanizado tubo rectangular	Kg	11,833.36	0.86	10,176.69	
Placa de acero ASTM a 572 375x390x165x15, 4 perforación, galvanizado y maquinado	U	34.00	150.00	5,100.00	
Pernos de sujeción bronce	U	102.00	24.76	2,525.52	
Correa c79   2060	U	16.00	12.94	207.04	
Correa c80   2090	U	76.00	12.94	983.44	
Correa hexagonal cc   4463	U	8.00	39.60	316.80	
Correa c81   2110	U	4.00	12.94	51.76	
<b>Subtotal O</b>					<b>30,789.91</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>30,789.91</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>4,519.96</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>35,309.87</b>

Fuente: Propia.

Tabla IV.11. Costo ensamble y montaje de vías principales, estaciones de retorno.

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE DE VÍAS PRINCIPALES/ ESTACIONES DE RETORNO

UNIDAD : U  
CÓDIGO: VP  
- 011

DESCRIPCIÓN :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	2.00	4.10	8.20	112.00	918.40
Grúa móvil 10 ton	0.21	75.12	15.78	112.00	1,767.36
Herramienta menor para procesos mecánicos	5.00	0.50	2.50	112.00	280.00
Laser de alineación para poleas	0.36	6.84	2.46	112.00	275.52
Prensa hidráulica 10 ton	0.64	20.34	13.02	112.00	1,458.24
Tecele	0.64	0.50	0.32	112.00	35.84
Torcómetro digital	5.00	4.60	23.00	112.00	2,576.00
<b>Subtotal M</b>					<b>7,311.36</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Profesional de nivel 3 (especialista en alineación de vías principales, etc.)	0.36	150.00	54.00	112.00	6,048.00
Estruc. Ocupacional d2 (técnico especialista para ensamble de vías principales, etc.)	1.00	11.25	11.25	112.00	1,260.00
Profesional de nivel 3 (especialista auxiliar de alineación, etc.)	0.36	75.00	27.00	112.00	3,024.00
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	5.00	5.00	25.00	112.00	2,800.00
Estruc. Ocupacional C2 op (operador de maquinaria tipo 1, etc.)	0.21	3.48	0.73	112.00	81.76
<b>Subtotal N</b>					<b>13,213.76</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal O</b>				<b>0.00</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>20,525.12</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>3,013.09</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>23,538.21</b>

(fuente: propia)

Tabla IV.12. Costo ensamble y montaje de vías principales, estación motriz.

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE DE VÍAS PRINCIPALES/ ESTACIÓN MOTRIZ

UNIDAD : U  
CÓDIGO: VP -  
012

DESCRIPCIÓN :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	2.00	4.10	8.20	192.00	1,574.40
Grúa móvil 10 ton	0.13	75.12	9.77	192.00	1,875.84
Herramienta menor para procesos mecánicos	5.00	0.50	2.50	192.00	480.00
Laser de alineación para poleas	0.33	6.84	2.26	192.00	433.92
Prensa hidráulica 10 ton	0.67	20.34	13.63	192.00	2,616.96
Tecele	0.67	0.50	0.34	192.00	65.28
Torcómetro digital	5.00	4.60	23.00	192.00	4,416.00
<b>Subtotal M</b>					<b>11,462.40</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Profesional de nivel 3 (especialista en alineación de vías principales, etc.)	0.33	150.00	49.50	192.00	9,504.00
Estruc. Ocupacional d2 (técnico especialista para ensamble de vías principales, etc.)	1.00	11.25	11.25	192.00	2,160.00
Profesional de nivel 3 (especialista auxiliar de alineación, etc.)	0.33	75.00	24.75	192.00	4,752.00
Estruc. Ocupacional e2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	5.00	5.00	25.00	192.00	4,800.00
Estruc. Ocupacional c2 op (operador de maquinaria tipo 1, etc.)	0.13	3.48	0.45	192.00	86.86
<b>Subtotal N</b>					<b>21,302.86</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
				<b>0.00</b>	
<b>Subtotal O</b>				<b>0.00</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
				<b>0</b>	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>32,765.26</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>4,809.94</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>37,575.20</b>

Fuente: Propia.

Tabla IV.13. Costo ensamble y montaje de vías principales, estación intermedia.

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE DE VÍAS PRINCIPALES/ESTACIÓN INTERMEDIA

UNIDAD : U  
CÓDIGO: VP  
- 013

DESCRIPCIÓN :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento r	Costo d=c*r
Equipo de metrología	2.00	4.10	8.20	224.00	1,836.80
Grúa móvil 10 ton	0.11	75.12	8.26	224.00	1,850.24
Herramienta menor para procesos mecánicos	5.00	0.50	2.50	224.00	560.00
Laser de alineación para poleas	0.29	6.84	1.98	224.00	443.52
Prensa hidráulica 10 ton	0.71	20.34	14.44	224.00	3,234.56
Tecele	0.71	0.50	0.36	224.00	80.64
Torcómetro digital	5.00	4.60	23.00	224.00	5,152.00
<b>Subtotal M</b>					<b>13,157.76</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Profesional de nivel 3 (técnico especialista en alineación de vías principales, etc.)	0.29	150.00	43.50	224.00	9,744.00
Estruc. Ocupacional d2 (técnico especialista para ensamble de vías principales, etc.)	1.00	11.25	11.25	224.00	2,520.00
Profesional de nivel 3 (especialista auxiliar de alineación, etc.)	0.29	75.00	21.75	224.00	4,872.00
Estruc. Ocupacional e2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	5.00	5.00	25.00	224.00	5,600.00
Estruc. Ocupacional c2 op (operador de maquinaria tipo 1, etc.)	0.11	3.48	0.38	224.00	85.12
<b>Subtotal N</b>					<b>22,821.12</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal O</b>				<b>0.00</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>35,978.88</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>5,281.70</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>41,260.58</b>

(Fuente: Propia)

## ANEXO V. Análisis de precios unitarios de los vehículos

Tabla V.1. Costo suministro pinza.

RUBRO : SUMINISTRO PINZA  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: VH-001

Equipos					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Subtotal M					0
Mano de obra					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Subtotal N					0
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
SUMINISTRO PINZA PARA CABLE d54mm	U	1.00	24,146.42	24,146.42	
Subtotal O				24,146.42	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
Subtotal P				0	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>24,146.42</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>3,544.69</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>27,691.11</b>

Fuente: Propia.

Tabla V.2. Costo suministro sistema de suspensión.

RUBRO : SUMINISTRO SISTEMA DE SUSPENSIÓN  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: VH-002

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Suministro sistema de suspensión	U	1.00	4,659.30	4,659.30	
<b>Subtotal O</b>					<b>4,659.30</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>4,659.30</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>683.99</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>5,343.29</b>

(Fuente: Propia)

Tabla V.3. Costo suministro cabina.

RUBRO : SUMINISTRO CABINA  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: VH-003

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Cabina 10 pax, iluminación, ventilación, panel solar, comunicacion	U	1.00	44,181.78	44,181.78	
<b>Subtotal O</b>					<b>44,181.78</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal p</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>44,181.78</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>6,485.89</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>50,667.67</b>

Fuente: Propia.

Tabla V.4. Costos suministro de cabina de mantenimiento.

RUBRO : SUMINISTRO DE CABINA DE MANTENIMIENTO  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : U  
CÓDIGO: VH-004

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal M</b>					<b>0</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
<b>Subtotal N</b>					<b>0</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Suministro cabina de mantenimiento	U	1.00	36,570.37	36,570.37	
<b>Subtotal O</b>				<b>36,570.37</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>

<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>	<b>36,570.37</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>	<b>5,368.53</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>	<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>	<b>41,938.90</b>

(Fuente: Propia)



Tabla V.5. Costo ensamble y montaje vehículo.

RUBRO : ENSAMBLE Y MONTAJE VEHÍCULO

UNIDAD : U  
CÓDIGO:  
VH-005

DESCRIPCIÓN :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
Equipo de metrología	2.00	10.87	21.74	6.67	145.01
Herramienta menor para procesos mecánicos	6.00	0.50	3.00	6.67	20.01
Teclé	2.00	0.50	1.00	6.67	6.67
Prensa hidráulica 10ton	1.00	20.34	20.34	6.67	135.67
Montacargas	0.06	10.00	0.60	6.67	4.00
Torcómetro	2	4.6	9.2	6.67	61.36
<b>Subtotal M</b>					<b>372.72</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	6.00	5.00	30.00	6.67	200.10
Estruc. Ocupacional B3 (técnico de instalaciones mecánicas, etc.)	1.00	10.00	10.00	6.67	66.70
Estruc. Ocupacional C2 op (operador de maquinaria tipo 1, etc.)	0.06	3.48	0.21	6.67	1.40
<b>Subtotal N</b>					<b>268.20</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal O</b>				<b>0</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad a	Tarifa b	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>640.92</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>94.09</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>735.01</b>

Fuente: Propia.

## ANEXO VI. Análisis de precios unitarios de los cables

Tabla VI.1. Costo cable portador-tractor.

RUBRO : CABLE PORTADOR – TRACTOR

UNIDAD : M

DESCRIPCIÓN :

CÓDIGO: CA-001

Equipos					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Subtotal M					0
Mano de obra					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Subtotal N					0
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B USD	
Cable portador tractor 54 mm 6x36 EN 12385, CE	M	1.00	378.00	378.00	
Subtotal O				378.00	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B USD	
Subtotal P				0	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>378.00</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>55.49</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>433.49</b>

(Fuente: Propia)

Tabla VI.2. Costos tendido cable piloto.

RUBRO : TENDIDO CABLE PILOTO

UNIDAD : H  
CÓDIGO: CA-002

DESCRIPCIÓN :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Helicóptero para primera pasada de cable	1.00	3,500.00	3,500.00	1.00	3,500.00
<b>Subtotal M</b>					<b>3,500.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional e2 (ayudante mecánico, etc.)	6.00	3.26	19.56	1.00	19.56
Estruc. Ocupacional c3 (mecánico de equipo liviano, etc.)	1.00	3.35	3.35	1.00	3.35
<b>Subtotal N</b>					<b>22.91</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal O</b>					<b>0</b>
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>					<b>0</b>
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>3,522.91</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>517.16</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>4,040.07</b>

Fuente: Propia.

Tabla VI.3. Costos tendido del cable portador-tractor.

RUBRO : TENDIDO DEL CABLE PORTADOR - TRACTOR  
DESCRIPCIÓN :

UNIDAD : KM  
CÓDIGO: CA-003

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Alquiler malacate, guaya, cables secundarios y juegos de poleas	1.00	731.00	731.00	19.32	14,122.92
<b>Subtotal M</b>					<b>14,122.92</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional B1 (técnico para tendido de cable aéreo, etc.)	1.00	15.00	15.00	19.32	289.80
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante mecánico, etc.)	15.00	3.26	48.90	19.32	944.75
<b>Subtotal N</b>					<b>1,234.55</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal O</b>				<b>0</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>15,357.47</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>2,254.48</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>17,611.95</b>

(Fuente: Propia)

Tabla VI.4. Costos empalme del cable portador-tractor.

RUBRO : EMPALME DEL CABLE PORTADOR-TRACTOR

UNIDAD : U  
CÓDIGO:  
CA-004

DESCRIPCIÓN :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimient o R	Costo D=C*R USD
Tirfor	2.00	14.28	28.56	16.00	456.96
Herramienta especial para el empalme de cable	1.00	16.68	16.68	16.00	266.88
Amoladora	1.00	0.84	0.84	16.00	13.44
Equipo destorcedor	1.00	14.32	14.32	16.00	229.12
Herramienta menor para procesos mecánicos	17.00	0.50	8.50	16.00	136.00
Aparejo de poleas	1.00	23.80	23.80	16.00	380.80
<b>Subtotal m</b>					<b>1,483.20</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/ hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimient o R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante mecánico, etc.)	17.00	3.26	55.42	16.00	886.72
Estruc. Ocupacional B1 (técnico para empalme de cable de acero, etc.)	1.00	15.00	15.00	16.00	240.00
<b>Subtotal n</b>					<b>1,126.72</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Kit de fibras de algodón y fibras especiales	U	2.00	4,000.00	8,000.00	
<b>Subtotal o</b>				<b>8,000.00</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal p</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>10,609.92</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>1,557.54</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>12,167.46</b>

Fuente: Propia.

## ANEXO VII. Análisis de precios unitarios del sistema motriz principal

Tabla VII.1. Costo motor principal.

RUBRO : MOTOR PRINCIPAL

UNIDAD : U  
CÓDIGO:  
SMP-001

DESCRIPCIÓN :

Equipos					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	3.00	4.10	12.30	33.33	409.96
Torcómetro	1.00	4.60	4.60	33.33	153.32
Herramienta menor para procesos eléctricos	2.00	0.50	1.00	33.33	33.33
Herramienta menor para instrumentación	2.00	0.50	1.00	33.33	33.33
Herramienta menor para procesos mecánicos	3.00	0.50	1.50	33.33	50.00
Grúa móvil de 20ton	1.00	50.00	50.00	33.33	1,666.50
Equipo de alineación laser	1.00	7.00	7.00	33.33	233.31
<b>Subtotal M</b>					<b>2,579.75</b>
Mano de obra					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional e2 (ayudante de instalaciones eléctricas, etc.)	2.00	5.00	10.00	33.33	333.30
Estruc. Ocupacional d2 (técnico de instrumentación, etc.)	1.00	15.00	15.00	33.33	499.95
Estruc. Ocupacional d2 (técnico de alineación de equipos mecánicos, etc.)	1.00	15.00	15.00	33.33	499.95
Estruc. Ocupacional b1 (técnico de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	10.00	10.00	33.33	333.30
Estruc. Ocupacional e2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	3.00	5.00	15.00	33.33	499.95
Estruc. Ocupacional e2 (ayudante de instrumentación, etc.)	2.00	5.00	10.00	33.33	333.30
Estruc. Ocupacional b3 (técnico de instalaciones mecánicas, etc.)	1.00	10.00	10.00	33.33	333.30
<b>Subtotal N</b>					<b>2,833.05</b>
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Motor 980kw voltaje 400/690v fs:100%	U	1.00	328,200.00	328,200.00	
<b>Subtotal O</b>				<b>328,200.00</b>	
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>333,612.80</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>48,974.36</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>382,587.16</b>

(Fuente: Propia)

Tabla VII.2. Costo variador de velocidad.

RUBRO : VARIADOR DE VELOCIDAD

UNIDAD : U  
CÓDIGO:  
SMP-002

DESCRIPCIÓN :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	25.00	102.50
Herramienta menor para procesos eléctricos	2.00	0.50	1.00	25.00	25.00
Herramienta menor para instrumentación	2.00	0.50	1.00	25.00	25.00
<b>Subtotal M</b>					<b>152.50</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional e2 (ayudante de instalaciones eléctricas, etc.)	2.00	5.00	10.00	25.00	250.00
Estruc. Ocupacional d2 (técnico de instrumentación, etc.)	1.00	15.00	15.00	25.00	375.00
Estruc. Ocupacional b1 (técnico de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	10.00	10.00	25.00	250.00
Estruc. Ocupacional e2 (ayudante de instrumentación, etc.)	2.00	5.00	10.00	25.00	250.00
<b>Subtotal N</b>					<b>1,125.00</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Variador de frecuencia para motor 980kw, 400/690v, 50/60hz, ieee519	U	1.00	312,000.00	312,000.00	
<b>Subtotal o</b>				<b>312,000.00</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal p</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>313,277.50</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>45,989.14</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>359,266.64</b>

Fuente: Propia.

Tabla VII.3. Costos reductor de velocidad.

RUBRO : REDUCTOR DE VELOCIDAD						UNIDAD : U
DESCRIPCIÓN :						CÓDIGO: SMP-003
<b>Equipos</b>						
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD	
Equipo de metrología	3.00	4.10	12.30	40.00	492.00	
Torcómetro	1.00	4.60	4.60	40.00	184.00	
Herramienta menor para procesos eléctricos	2.00	0.50	1.00	40.00	40.00	
Herramienta menor para instrumentación	2.00	0.50	1.00	40.00	40.00	
Herramienta menor para procesos mecánicos	3.00	0.50	1.50	40.00	60.00	
Grúa móvil de 20ton	1.00	50.00	50.00	40.00	2,000.00	
Equipo de alineación laser	1.00	7.00	7.00	40.00	280.00	
<b>Subtotal M</b>					<b>3,096.00</b>	
<b>Mano de obra</b>						
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD	
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones eléctricas, etc.)	2.00	5.00	10.00	40.00	400.00	
Estruc. Ocupacional D2 (técnico de instrumentación, etc.)	1.00	15.00	15.00	40.00	600.00	
Estruc. Ocupacional D2 (técnico de alineación de equipos mecánicos, etc.)	1.00	15.00	15.00	40.00	600.00	
Estruc. Ocupacional B1 (técnico de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	10.00	10.00	40.00	400.00	
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	3.00	5.00	15.00	40.00	600.00	
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instrumentación, etc.)	2.00	5.00	10.00	40.00	400.00	
Estruc. Ocupacional B3 (técnico de instalaciones mecánicas, etc.)	1.00	10.00	10.00	40.00	400.00	
<b>Subtotal N</b>					<b>3,400.00</b>	
<b>Materiales</b>						
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD		
REDUCTOR VEL-IN:1500 VEL-OUT:20rpm R:72, POT890KW FS:100%	U	1.00	1,105,000.00	1,105,000.00		
<b>Subtotal O</b>				<b>1,105,000.00</b>		
<b>Transporte</b>						
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD		
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>		
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>1,111,496.00</b>	
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>163,167.61</b>	
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>	
<b>Costo total del rubro</b>					<b>1,274,663.61</b>	

Fuente: Propia.



Tabla VII.4. Costo sistema de lubricación del reductor.

RUBRO : SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL REDUCTOR						UNIDAD : U
DESCRIPCIÓN :						CÓDIGO: SMP-004
<b>Equipos</b>						
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD	
Tecele	1.00	0.50	0.50	14.29	7.15	
Equipo de metrología	3.00	4.10	12.30	14.29	175.77	
Herramienta menor para procesos eléctricos	2.00	0.50	1.00	14.29	14.29	
Herramienta menor para instrumentación	2.00	0.50	1.00	14.29	14.29	
Herramienta menor para procesos mecánicos	3.00	0.50	1.50	14.29	21.44	
<b>Subtotal M</b>					<b>232.94</b>	
<b>Mano de obra</b>						
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/ hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD	
Estruc. Ocupacional e2 (ayudante de instalaciones eléctricas, etc.)	2.00	5.00	10.00	14.29	142.90	
Estruc. Ocupacional d2 (técnico de instrumentación, etc.)	1.00	15.00	15.00	14.29	214.35	
Estruc. Ocupacional d2 (técnico de alineación de equipos mecánicos, etc.)	1.00	15.00	15.00	14.29	214.35	
Estruc. Ocupacional b1 (técnico de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	10.00	10.00	14.29	142.90	
Estruc. Ocupacional e2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	3.00	5.00	15.00	14.29	214.35	
Estruc. Ocupacional e2 (ayudante de instrumentación, etc.)	2.00	5.00	10.00	14.29	142.90	
Estruc. Ocupacional b3 (técnico de instalaciones mecánicas, etc.)	1.00	10.00	10.00	14.29	142.90	
<b>Subtotal N</b>					<b>1,214.65</b>	
<b>Materiales</b>						
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD		
Bomba de aceite sae 90 de 5hp	U	1.00	4,200.00	4,200.00		
Filtro de aceite sae 90	U	2.00	800.00	1,600.00		
<b>Subtotal O</b>				<b>5,800.00</b>		
<b>Transporte</b>						
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD		
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>		
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>7,247.59</b>	
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>1,063.95</b>	
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>	
<b>Costo total del rubro</b>					<b>8,311.54</b>	

Fuente: Propia.

Tabla VII.5. Costos sistema de refrigeración del reductor, ventilador y radiador.

RUBRO : SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DEL REDUCTOR, VENTILADOR Y RADIADOR						UNIDAD : U
DESCRIPCIÓN :						CÓDIGO: SMP-005
<b>Equipos</b>						
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD	
Equipo de metrología	3.00	4.10	12.30	14.29	175.77	
Herramienta menor para procesos eléctricos	2.00	0.50	1.00	14.29	14.29	
Herramienta menor para instrumentación	2.00	0.50	1.00	14.29	14.29	
Herramienta menor para procesos mecánicos	3.00	0.50	1.50	14.29	21.44	
Teclé	1.00	0.50	0.50	14.29	7.15	
<b>Subtotal M</b>					<b>232.94</b>	
<b>Mano de obra</b>						
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/ hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD	
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones eléctricas, etc.)	2.00	5.00	10.00	14.29	142.90	
Estruc. Ocupacional D2 (técnico de instrumentación, etc.)	1.00	15.00	15.00	14.29	214.35	
Estruc. Ocupacional D2 (técnico de alineación de equipos mecánicos, etc.)	1.00	15.00	15.00	14.29	214.35	
Estruc. Ocupacional B1 (técnico de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	10.00	10.00	14.29	142.90	
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	3.00	5.00	15.00	14.29	214.35	
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instrumentación, etc.)	2.00	5.00	10.00	14.29	142.90	
Estruc. Ocupacional B3 (técnico de instalaciones mecánicas, etc.)	1.00	10.00	10.00	14.29	142.90	
<b>Subtotal N</b>					<b>1,214.65</b>	
<b>Materiales</b>						
Descripción	Unidad	Cantid ad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD		
Ventilador y radiador, con sistema de refrigeración 400v, 60hz	U	1.00	11,200.00	11,200.00		
<b>Subtotal O</b>				<b>11,200.00</b>		
<b>Transporte</b>						
Descripción	Unidad	Cantid ad A	Tarifa b USD	Costo C=A*B USD		
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>		
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>12,647.59</b>	
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>1,856.67</b>	
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>	
<b>Costo total del rubro</b>					<b>14,504.26</b>	

Fuente: Propia.

Tabla VII.6. Costo freno electromagnético

RUBRO : FRENO ELECTROMAGNÉTICO

UNIDAD : U  
CÓDIGO: SMP-006

DESCRIPCIÓN :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	3.00	4.10	12.30	14.29	175.77
Torcómetro	1.00	4.60	4.60	14.29	65.73
Herramienta menor para procesos eléctricos	2.00	0.50	1.00	14.29	14.29
Herramienta menor para instrumentación	2.00	0.50	1.00	14.29	14.29
Herramienta menor para procesos mecánicos	3.00	0.50	1.50	14.29	21.44
Tecla	1.00	0.50	0.50	14.29	7.15
Equipo de alineación laser	1.00	7.00	7.00	14.29	100.03
<b>Subtotal M</b>					<b>398.70</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones eléctricas, etc.)	2.00	5.00	10.00	14.29	142.90
Estruc. Ocupacional D2 (técnico de instrumentación, etc.)	1.00	15.00	15.00	14.29	214.35
Estruc. Ocupacional D2 (técnico de alineación de equipos mecánicos, etc.)	1.00	15.00	15.00	14.29	214.35
Estruc. Ocupacional B1 (técnico de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	10.00	10.00	14.29	142.90
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	3.00	5.00	15.00	14.29	214.35
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instrumentación, etc.)	2.00	5.00	10.00	14.29	142.90
Estruc. Ocupacional B3 (técnico de instalaciones mecánicas, etc.)	1.00	10.00	10.00	14.29	142.90
<b>Subtotal N</b>					<b>1,214.65</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
FRENO ELECTROMAGNÉTICO CON DISCO 950W 110V PAR:1500N.m	U	1.00	14,300.00	14,300.00	
<b>Subtotal O</b>				<b>14,300.00</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>15,913.35</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>2,336.08</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>18,249.43</b>

Fuente: Propia.

## ANEXO VIII. Análisis de precios unitarios de los sistemas emergentes

Tabla VIII.1. Costo motor de apertura de riel.

RUBRO : MOTOR DE APERTURA DE RIEL

UNIDAD : U  
CÓDIGO: SE-001

DESCRIPCIÓN :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de trabajos en altura	2.00	0.08	0.16	16.67	2.67
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	16.67	68.35
Herramienta menor para procesos eléctricos	1.00	0.50	0.50	16.67	8.34
Herramienta menor para instrumentación	1.00	0.50	0.50	16.67	8.34
Herramienta menor para procesos mecánicos	2.00	0.50	1.00	16.67	16.67
Tecele	1.00	0.50	0.50	16.67	8.34
<b>Subtotal M</b>					<b>112.71</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R USD	Costo D=C*R
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	5.00	5.00	16.67	83.35
Estruc. Ocupacional D2 (técnico de instrumentación, etc.)	1.00	15.00	15.00	16.67	250.05
Estruc. Ocupacional B1 (técnico de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	10.00	10.00	16.67	166.70
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	2.00	5.00	10.00	16.67	166.70
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instrumentación, etc.)	1.00	5.00	5.00	16.67	83.35
Estruc. Ocupacional B3 (técnico de instalaciones mecánicas, etc.)	1.00	10.00	10.00	16.67	166.70
<b>Subtotal N</b>					<b>916.85</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Motor eléctrico 2hp, 220v	U	1.00	980.00	980.00	
<b>Subtotal O</b>				<b>980.00</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>2,009.56</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>295.00</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>2,304.56</b>

Fuente: Propia.

Tabla VIII.2. Costo central hidráulica de freno.

RUBRO : CENTRAL HIDRÁULICA DE FRENO

UNIDAD : U

CÓDIGO:

SE-002

DESCRIPCIÓN :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de trabajos en altura	2.00	0.08	0.16	16.67	2.67
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	16.67	68.35
Torcómetro	1.00	4.60	4.60	16.67	76.68
Herramienta menor para procesos eléctricos	1.00	0.50	0.50	16.67	8.34
Herramienta menor para instrumentación	1.00	0.50	0.50	16.67	8.34
Herramienta menor para procesos mecánicos	2.00	0.50	1.00	16.67	16.67
Grúa móvil de 20ton	1.00	50.00	50.00	16.67	833.50
<b>Subtotal M</b>					<b>1,014.55</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	5.00	5.00	16.67	83.35
Estruc. Ocupacional D2 (técnico de instrumentación, etc.)	1.00	15.00	15.00	16.67	250.05
Estruc. Ocupacional D1 (técnico de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	10.00	10.00	16.67	166.70
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	2.00	5.00	10.00	16.67	166.70
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instrumentación, etc.)	1.00	5.00	5.00	16.67	83.35
Estruc. Ocupacional B3 (técnico de instalaciones mecánicas, etc.)	1.00	10.00	10.00	16.67	166.70
<b>Subtotal N</b>					<b>916.85</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
CENTRAL HIDRÁULICA 0.37KW, 220V, 100bar	U	1.00	7,600.00	7,600.00	
<b>Subtotal O</b>				<b>7,600.00</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>9,531.40</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>1,399.21</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>10,930.61</b>

Fuente: Propia.

Tabla VIII.3. Costo variador de velocidad emergente.

RUBRO : VARIADOR DE VELOCIDAD EMERGENTE						UNIDAD : U
DESCRIPCIÓN :						CÓDIGO: SE-003
<b>Equipos</b>						
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD	
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	16.67	68.35	
Herramienta menor para procesos eléctricos	2.00	0.50	1.00	16.67	16.67	
Herramienta menor para instrumentación	2.00	0.50	1.00	16.67	16.67	
<b>Subtotal M</b>					<b>101.69</b>	
<b>Mano de obra</b>						
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD	
Estruc. Ocupacional e2 (ayudante de instalaciones eléctricas, etc.)	2.00	5.00	10.00	16.67	166.70	
Estruc. Ocupacional d2 (técnico de instrumentación, etc.)	1.00	15.00	15.00	16.67	250.05	
Estruc. Ocupacional b1 (técnico de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	10.00	10.00	16.67	166.70	
Estruc. Ocupacional e2 (ayudante de instrumentación, etc.)	2.00	5.00	10.00	16.67	166.70	
<b>Subtotal N</b>					<b>750.15</b>	
<b>Materiales</b>						
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD		
VARIADOR DE FRECUENCIA 110KW x 2, 50/60Hz, 400/690V, IEEEE519	U	1.00	80,000.00	80,000.00		
<b>Subtotal O</b>				<b>80,000.00</b>		
<b>Transporte</b>						
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD		
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>		
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>80,851.84</b>	
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>11,869.05</b>	
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>	
<b>Costo total del rubro</b>					<b>92,720.89</b>	

Fuente: Propia.

Tabla VIII.4.. Costo motor de cadenciador.

RUBRO : MOTOR DE CADENCIADOR						UNIDAD : U
DESCRIPCIÓN :						CÓDIGO: SE-004
<b>Equipos</b>						
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimient o R	Costo D=C*R USD	
Equipo de trabajos en altura	2.00	0.08	0.16	16.67	2.67	
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	16.67	68.35	
Herramienta menor para procesos eléctricos	1.00	0.50	0.50	16.67	8.34	
Herramienta menor para instrumentación	1.00	0.50	0.50	16.67	8.34	
Herramienta menor para procesos mecánicos	2.00	0.50	1.00	16.67	16.67	
Tecele	1.00	0.50	0.50	16.67	8.34	
<b>Subtotal M</b>					<b>112.71</b>	
<b>Mano de obra</b>						
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimient o R	Costo D=C*R USD	
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	5.00	5.00	16.67	83.35	
Estruc. Ocupacional D2 (técnico de instrumentación, etc.)	1.00	15.00	15.00	16.67	250.05	
Estruc. Ocupacional B1 (técnico de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	10.00	10.00	16.67	166.70	
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	2.00	5.00	10.00	16.67	166.70	
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instrumentación, etc.)	1.00	5.00	5.00	16.67	83.35	
Estruc. Ocupacional B3 (técnico de instalaciones mecánicas, etc.)	1.00	10.00	10.00	16.67	166.70	
<b>Subtotal N</b>					<b>916.85</b>	
<b>Materiales</b>						
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD		
Motoreductor 2.2 KW, 220v, 60hz	U	1.00	2,450.00	2,450.00		
<b>Subtotal O</b>				<b>2,450.00</b>		
<b>Transporte</b>						
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD		
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>		
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>3,479.56</b>	
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>510.80</b>	
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>	
<b>Costo total del rubro</b>					<b>3,990.36</b>	

Fuente: Propia.

Tabla VIII.5. Costo motor secundario.

RUBRO : MOTOR SECUNDARIO

UNIDAD : U  
CÓDIGO:  
SE-005

DESCRIPCIÓN :

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	3.00	4.10	12.30	25.00	307.50
Torcómetro	1.00	4.60	4.60	25.00	115.00
Herramienta menor para procesos eléctricos	2.00	0.50	1.00	25.00	25.00
Herramienta menor para instrumentación	2.00	0.50	1.00	25.00	25.00
Herramienta menor para procesos mecánicos	3.00	0.50	1.50	25.00	37.50
Grúa móvil de 20ton	1.00	50.00	50.00	25.00	1,250.00
<b>Subtotal M</b>					<b>1,760.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones eléctricas, etc.)	2.00	5.00	10.00	25.00	250.00
Estruc. Ocupacional D2 (técnico de instrumentación, etc.)	1.00	15.00	15.00	25.00	375.00
Estruc. Ocupacional B1 (técnico de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	10.00	10.00	25.00	250.00
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	3.00	5.00	15.00	25.00	375.00
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instrumentación, etc.)	2.00	5.00	10.00	25.00	250.00
Estruc. Ocupacional B3 (técnico de instalaciones mecánicas, etc.)	1.00	10.00	10.00	25.00	250.00
<b>Subtotal N</b>					<b>1,750.00</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B	
Motor eléctrico 110kw AC, 400/690v, 50/60hz	U	1.00	81,500.00	81,500.00	
<b>Subtotal O</b>				<b>81,500.00</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
				0	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>85,010.00</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>12,479.47</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>97,489.47</b>

Fuente: Propia.



Tabla VIII.6. Costo freno hidráulico.

RUBRO : FRENO HIDRÁULICO

UNIDAD : U

DESCRIPCIÓN :

CÓDIGO: SE-006

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de trabajos en altura	2.00	0.08	0.16	16.67	2.67
Teclé	1.00	0.50	0.50	16.67	8.33
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	16.67	68.33
Torcómetro	1.00	4.60	4.60	16.67	76.67
Herramienta menor para instrumentación	2.00	0.50	1.00	16.67	16.67
<b>Subtotal M</b>					<b>172.67</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional D2 (técnico de instrumentación, etc.)	1.00	15.00	15.00	16.67	250.05
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instrumentación, etc.)	1.00	5.00	5.00	16.67	83.33
<b>Subtotal N</b>					<b>333.38</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Freno hidráulico 110kn apriete	U	1.00	4,900.00	4,900.00	
<b>Subtotal o</b>				<b>4,900.00</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal p</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>5,406.05</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>793.61</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>6,199.66</b>

Fuente: Propia.

Tabla VIII.7. Costo subsistema de arrastre de vehículos en garaje.

RUBRO: SUBSISTEMA DE ARRASTRE DE VEHICULOS EN GARAJE

UNIDAD : U

DESCRIPCIÓN :

CÓDIGO:  
SE-007

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de trabajos en altura	1.00	0.08	0.08	160.00	12.80
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	160.00	656.00
Herramienta menor para procesos eléctricos	1.00	0.50	0.50	160.00	80.00
Herramienta menor para procesos mecánicos	6.00	0.50	3.00	160.00	480.00
Tecele	1.00	0.50	0.50	160.00	80.00
Cortadora de plasma	1.00	20.00	20.00	160.00	3,200.00
Taladro eléctrico	3.00	1.10	3.30	160.00	528.00
Grúa móvil > 2ton	1.00	75.12	75.12	160.00	12,019.20
Motosoldadora 500a	3.00	1.50	4.50	160.00	720.00
Torcómetro	1.00	4.60	4.60	160.00	736.00
<b>Subtotal M</b>					<b>18,512.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	5.00	5.00	160.00	800.00
Estruc. Ocupacional B1 (técnico de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	10.00	10.00	160.00	1,600.00
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	1.00	5.00	5.00	160.00	800.00
Estruc. Ocupacional B3 (técnico de instalaciones mecánicas, etc.)	1.00	10.00	10.00	160.00	1,600.00
Estruc. Ocupacional D2 (soldador asme, etc.)	1.00	4.75	4.75	160.00	760.00
Estruc. Ocupacional D2 (armador, etc.)	1.00	3.66	3.66	160.00	585.60
Estruc. Ocupacional D2 (ayudante de soldador, etc.)	1.00	3.66	3.66	160.00	585.60
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de maquinaria, etc.)	1.00	3.26	3.26	160.00	521.60
<b>Subtotal N</b>					<b>7,252.80</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Motoreductor AC 4,5 hp 220v 60hz	U	6.00	7,350.00	44,100.00	
Cadena industrial	M	500.00	105.00	52,500.00	
Rueda dentada z=32 d=388,7 mm	U	13.00	150.00	1,950.00	
Acero en perfil ASTM A572 g50 lc	Kg	12,098.920	1.10	13,308.81	
Disco de desbaste	U	12.000	3.19	38.28	
Cepillo cerdas metálicas 6''	U	3.000	14.30	42.90	
Pintura epóxica de alto trafico	Gal	80.000	55.00	9.35	
Electrodo AWS #7018 3/16	Kg	71.290	3.10	221.00	
Disco de corte	U	48.000	14.86	713.28	
<b>Subtotal O</b>				<b>112,883.62</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>138,648.42</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>20,353.59</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>159,002.01</b>

Fuente: Propia.

## ANEXO IX. Análisis de precios unitarios de los sistemas sensores

Tabla IX.1. Costos central hidráulica de control de pistón.

RUBRO : CENTRAL HIDRÁULICA DE CONTROL DE PISTÓN					UNIDAD : U
DESCRIPCIÓN :					CÓDIGO: ST-001
<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de trabajos en altura	2.00	0.08	0.16	16.67	2.67
Equipo de metrología	1.00	4.10	4.10	16.67	68.35
Torcómetro	1.00	4.60	4.60	16.67	76.68
Herramienta menor para procesos eléctricos	1.00	0.50	0.50	16.67	8.34
Herramienta menor para instrumentación	1.00	0.50	0.50	16.67	8.34
Herramienta menor para procesos mecánicos	2.00	0.50	1.00	16.67	16.67
Grúa móvil de 20ton	1.00	50.00	50.00	16.67	833.50
<b>Subtotal M</b>					<b>1,014.55</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B USD	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	5.00	5.00	16.67	83.35
Estruc. Ocupacional D2 (técnico de instrumentación, etc.)	1.00	15.00	15.00	16.67	250.05
Estruc. Ocupacional B1 (técnico de instalaciones eléctricas, etc.)	1.00	10.00	10.00	16.67	166.70
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	2.00	5.00	10.00	16.67	166.70
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instrumentación, etc.)	1.00	5.00	5.00	16.67	83.35
Estruc. Ocupacional B3 (técnico de instalaciones mecánicas, etc.)	1.00	10.00	10.00	16.67	166.70
<b>Subtotal N</b>					<b>916.85</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
CENTRAL HIDRÁULICA 5.5KW, 220V, 175bar	U	1.00	35,250.00	35,250.00	
<b>Subtotal O</b>				<b>35,250.00</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B USD	Costo C=A*B USD	
				0	
<b>Subtotal P</b>				<b>0</b>	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>37,181.40</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>5,458.23</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					<b>0.00</b>
<b>Costo total del rubro</b>					<b>42,639.63</b>

Fuente: Propia.

Tabla IX.2. Costos del actuador hidráulico.

Rubro: Actuador hidráulico

Unidad : U

Descripción:

Código:

SAT-002

<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Equipo de metrología	3.00	4.10	12.30	25.00	307.50
Torcómetro	1.00	4.60	4.60	25.00	115.00
Herramienta menor para instrumentación	2.00	0.50	1.00	25.00	25.00
Herramienta menor para procesos mecánicos	3.00	0.50	1.50	25.00	37.50
Grúa móvil de 20Ton	1.00	75.12	75.12	25.00	1,878.00
Equipo de alineación laser	1.00	7.00	7.00	25.00	175.00
<b>Subtotal M</b>					<b>2,538.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción (categoría)	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B USD	Rendimiento R	Costo D=C*R USD
Estruc. Ocupacional D2 (técnico de instrumentación, etc.)	1.00	15.00	15.00	25.00	375.00
Estruc. Ocupacional B3 (técnico especialista en alineación para sistemas hidráulicos, etc.)	1.00	15.00	15.00	25.00	375.00
Estruc. Ocupacional D2 (técnico de alineación de equipos mecánicos, etc.)	1.00	15.00	15.00	25.00	375.00
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instalaciones mecánicas, etc.)	3.00	5.00	15.00	25.00	375.00
Estruc. Ocupacional E2 (ayudante de instrumentación, etc.)	2.00	5.00	10.00	25.00	250.00
Estruc. Ocupacional B3 (técnico de instalaciones mecánicas, etc.)	1.00	10.00	10.00	25.00	250.00
<b>Subtotal N</b>					<b>2,000.00</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantid ad A	Precio unit. B USD	Costo C=A*B USD	
Pistón hidráulico carrera 4m, 165bar, 800kN de fuerza de trabajo, d=230mm	U	1.00	24,900.00	24,900.00	
<b>Subtotal O</b>				<b>24,900.00</b>	
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantid ad A	Tarifa B	Costo C=A*B USD	
<b>Subtotal P</b>				-	
<b>Total costo directo (M+N+O+P)</b>					<b>29,438.00</b>
<b>Indirectos 14.68%</b>					<b>4,321.50</b>
<b>Otros indirectos 0.00%</b>					-
<b>Costo total del rubro</b>					<b>33,759.50</b>

Fuente: Propia.

**ANEXO X. Estructura ocupacional y porcentajes de incremento para la remuneración mínima sectorial. Comisión sectorial No. 14 “Construcción”**

Salarios Mínimos Sectoriales 2017



**ANEXO 1: ESTRUCTURA OCUPACIONAL Y PORCENTAJES DE INCREMENTO PARA LA REMUNERACIÓN MÍNIMA SECTORIAL  
COMISIÓN SECTORIAL No. 14 “CONSTRUCCIÓN”**

RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA: 1.- CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS TÉCNICOS ARQUITECTÓNICOS  
2.- OPERADORES Y MECÁNICOS DE EQUIPO PESADO Y CAMINERO, DE EXCAVACIÓN, CONSTRUCCIÓN, INDUSTRIA Y OTRAS SIMILARES

CARGO / ACTIVIDAD	ESTRUCTURA OCUPACIONAL	COMENTARIOS / DETALLES DEL CARGO O ACTIVIDAD	CÓDIGO IESS FINAL	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2017
INGENIERO ELÉCTRICO	B1		1410000000001	436,39
RESIDENTE DE OBRA	B1		1410000000016	436,39
INGENIERO SANITARIO	B1		1410000000017	436,39
INSPECTOR DE OBRA	B3		1406452000001	435,27
SUPERVISOR ELÉCTRICO GENERAL	B3		1430000000002	435,27
SUPERVISOR SANITARIO GENERAL	B3		1430000000003	435,27
LABORATORISTA	C1	EN CONSTRUCCIÓN	1406452000002	434,52
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES	C1		1406452000003	434,52
TOPOGRAFO	C1	EN CONSTRUCCIÓN	1406452000008	434,52
AUTO-TREN CAMA BAJA (TRAYLER)	C1		1406455000042	434,52
CARGADORA FRONTAL (PAYLOADER, SOBRE RUEDAS U DRUGAS)	C1		1406455000043	434,52
DRAGA / DRAGLINE	C1		1406455000044	434,52
EXCAVADORA	C1		1406455000045	434,52
FRESADORA DE PAVIMENTO ASFALTICO/ROTOMIL	C1		1406455000046	434,52
GRUA ESTACIONARIA	C1		1406455000047	434,52
GRUA PUENTE DE ELEVACION	C1		1406455000048	434,52
MECANICO DE EQUIPO PESADO CAMINERO	C1	EN CONSTRUCCIÓN	1406455000049	434,52
MOTO NIVELADORA	C1		1406455000050	434,52
MOTOTRAILLA	C1		1406455000051	434,52
PALA DE CASTILLO	C1		1406455000052	434,52
PLANTA DE EMULSION ASFALTICA	C1		1406455000053	434,52
RECICLADORA DE PAVIMENTO ASFALTICO/ROTOMIL	C1		1406455000054	434,52
RETROEXCAVADORA	C1		1406455000055	434,52
SQUIDER	C1		1406455000057	434,52
TRACTOR DE CARRILES O RUEDAS (BULLDOZER, TOPADOR, ROTURADOR, MALACATE, TRAILLA)	C1		1406455000060	434,52
TRACTOR TIENDE TUBOS (SIDE BONE)	C1		1406455000061	434,52
MAQUINA PARA SELLOS ASFALTICOS	C1		1406455000062	434,52
MAESTRO ELECTRICO/LINIERO/SUBESTACIONES	C1		1410000000008	434,52
OPERADOR DE CAMION ARTICULADO, CON VOLTEO	C1	EN CONSTRUCCIÓN	1410000000006	434,52
OPERADOR DE CAMION MEZCLADOR PARA MICROPAVIMENTOS	C1		1410000000007	434,52
OPERADOR DE CAMION SISTERNA PARA CEMENTO Y ASFALTO	C1	ADICIONAL AL TRASLADO DEBE CONECTAR LOS EQUIPOS PARA EMBARQUE Y DESEMBARQUE, MONITOREAR EQUIPO DE PRESION.	1410000000005	434,52



## Salarios Mínimos Sectoriales 2017

OPERADOR DE PERFORADORA DE BRAZOS MÚLTIPLES (JUMBO)	C1		1410000000003	434,52
OPERADOR MAQUINA TUNELADORA (TOPO)	C1		1410000000004	434,52
OPERADOR DE MÁQUINA EXTENDEDORA DE ADOQUÍN	C1		1410000000009	434,52
OPERADOR DE MÁQUINA SANJADORA	C1		1410000000010	434,52
OPERADOR DE CONCRETERA RODANTE/MIGSER	C1		1410000000011	434,52
OPERADOR DE BOMBA IMPULSORA DE HORMIGÓN, EQUIPOS MÓVILES DE PLANTA, MOLINO DE AMIANTO, PLANTA DOSIFICADORA DE HORMIGÓN, PRODUCTOS TERMINADOS (TANQUES MOLDEADOS, POSTES DE ALUMBRADO ELÉCTRICO, ACABADOS DE PIEZAS AFINES)	C2		1404269909027	412,42
DIBUJANTE	C2	EN CONSTRUCCIÓN	1406452000009	412,42
PERFORADOR	C2	EN CONSTRUCCIÓN	1406452000013	412,42
PERFILERO	C2	EN CONSTRUCCIÓN	1406452000014	412,42
ACABADORA DE PAVIMENTO ASFALTICO	C2		1406455000063	412,42
ACABADORA DE PAVIMENTO DE HORMIGÓN	C2		1406455000064	412,42
BARREDORA AUTOPROPULSADA	C2		1406455000065	412,42
BOMBA LANZADORA DE CONCRETO	C2		1406455000066	412,42
CALDERO PLANTA ASFALTICA	C2		1406455000067	412,42
CAMION DE CARGA FRONTAL	C2	EN CONSTRUCCIÓN	1406455000068	412,42
COMPRESOR	C2		1406455000069	412,42
DISTRIBUIDOR DE AGREGADOS	C2		1406455000070	412,42
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	C2		1406455000071	412,42
GRADA ELEVADORA/CANASTILLA ELEVADORA	C2		1406455000072	412,42
MARTILLO PUNZON NEUMATICO	C2		1406455000073	412,42
OPERADOR DE TRACK DRILL	C2		1406455000076	412,42
OPERADOR RESPONSABLE DE PLANTA ASFALTICA	C2		1406455000077	412,42
OPERADOR RESPONSABLE DE PLANTA HORMIGONERA	C2		1406455000078	412,42
OPERADOR RESPONSABLE DE PLANTA TRITUTADORA	C2		1406455000079	412,42
RODILLO AUTOPROPULSADO	C2		1406455000080	412,42
TRACTOR DE RUEDAS (BARREDORA, CEGADORA, RODILLO REMOLCADO, FRANJEADORA)	C2		1406455000081	412,42
OPERADOR DE CAMION DE VOLTEO CON O SIN ARTICULACIÓN/DUMPER	C2	EN CONSTRUCCIÓN	1420000000012	412,42
OPERADOR MINIEXCAVADORA/MINICARGADORA CON SUS ADITAMENTOS	C2		1420000000011	412,42
OPERADOR TERMOFORMADO	C2		1420000000010	412,42
TÉCNICO EN CARPINTERÍA	C2		1420000000013	412,42
TÉCNICO EN MANTENIMIENTO DE VIVIENDAS Y EDIFICIOS	C2		1420000000014	412,42
TÉCNICO EN ALBAÑILERÍA	C2		1420000000015	412,42
TÉCNICO EN OBRAS CIVILES	C2		1420000000016	412,42
MECANICO DE EQUIPO LIVIANO	C3		1430000000013	395,87
OPERADOR MAQUINA ESTACIONARIA CLASIFICADORA DE MATERIAL	C3		1430000000015	395,87
PREPARADOR DE MEZCLA DE MATERIAS PRIMAS	D2		1404269909030	389,73
TUBERO	D2	EN CONSTRUCCIÓN	1404269909032	389,73

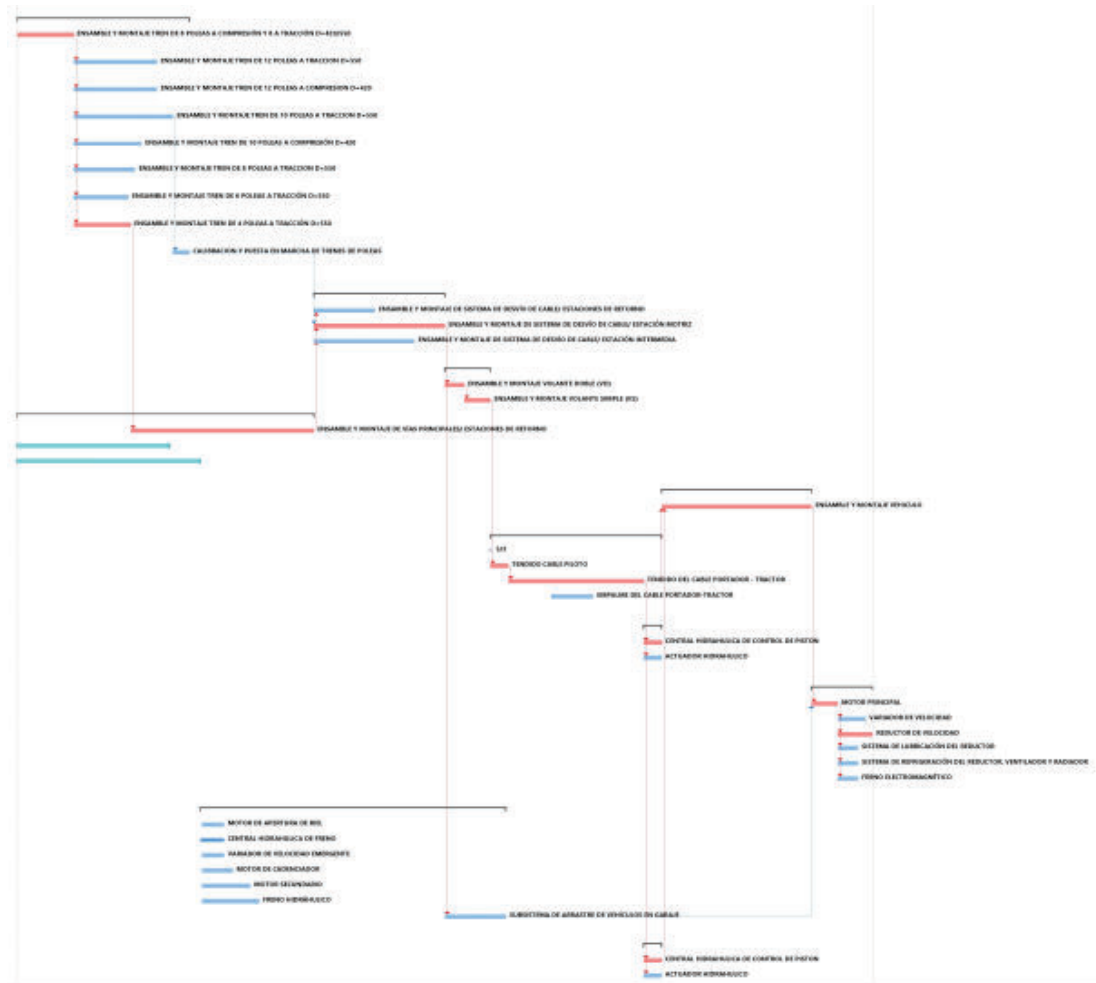


Salarios Mínimos Sectoriales 2017

ALBANIL, OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO, PINTOR, FERRERO, CARPINTERO, ENCOFRADOR O CARPINTERO DE RIBERA, ELECTRICISTA O INSTALADOR DE REVESTIMIENTO EN GENERAL, AYUDANTE DE PERFORADOR, CADENERO, ENLUCIDOR, HOJALATERO, TECNICO LINIERO ELECTRICO, TECNICO EN MONTAIE DE SUBESTACIONES, , TECNICO ELECTROMECANICO DE CONSTRUCCION	D2		1406452000019	389,73
ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE EN CONSTRUCCION	D2	EN CONSTRUCCIÓN	1406455000085	389,73
OBRERO ESPECIALIZADO EN ELABORACIÓN DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN	D2		1406455000086	389,73
PARQUETEROS Y COLOCADORES DE PISOS	D2		1406455000087	389,73
PINTOR DE EXTERIORES	D2		1406455000088	389,73
PINTOR EMPAPELADOR	D2		1406455000089	389,73
MAMPOSTERO	D2		1406455000090	389,73
PLOMERO	D2		1406455000091	389,73
RESANADOR EN GENERAL	E2	EN CONSTRUCCIÓN	1404269909033	384,72
TINERO DE PASTA DE AMIANTO	E2		1404269909034	384,72
PEON	E2		1406452000023	384,72



**ANEXO XI. Cronograma estimado para del proceso de montaje, ensamble y puesta a punto del sistema de transporte por cables de la ciudad de Quito, línea Ofelia-Roldós**





**ANEXO XII. Costos iniciales estimados del “Estudio preliminar para la implementación de tres líneas de transporte por cable en barrios altos del Distrito Metropolitano de Quito”**

		Linea Norte Ofelia- Pisuli	Linea Norte Ofelia-Roldos	Linea Central El Marin-Toctiucu	Linea Sur Mercado-La Argelia	Linea Sur Mercado-Biloxi	Total por ítem
A	Suministro	K€ 18600	14850	15200	6900	10900	66450
B	Montaje	K€ 1750	1400	1500	660	1050	6360
C	Transporte, Seguro,,	K€ 1302	1040	1064	483	763	4652
D	Aranceles y gastos de importacion	% de A	23	23	23	23	
E	Aranceles y gastos de importacion	K€ 4278	3416	3496	1587	2507	15284
F	Cantidad hormigon	m3 3680	2320	3360	740	1690	11790
G	Precio hormigon	€/m3 1000	1000	1000	1000	1000	
H	Obra civil funcional	K€ 3680	2320	3360	740	1690	11790
I	Total construccion	K€ 29610	23026	24620	10370	16910	104536
J	Edificios	K€ 8632	8500	10500	5000	8000	40632
K	Diversos	10% de I+J	3153	3512	1537	2491	14517
L	Total sin honorarios	K€ 42066	34678	38632	16907	27401	159684
M	Honorarios	% de L	1734	1932	845	1370	7984
N	Total con honorarios	K€ 44170	36412	40564	17752	28771	167668
O	Total con honorarios	K (1 €=1,35 USD)	49156	54761	23966	38841	226352

El cuadro a continuación resume los costos de inversión estimados en esta etapa del estudio.  
 Los costos dados son valorizados al año 2014 y no incluyen los costos de compras de los terrenos.  
 Ellos incluyen los valores de aduana estimados en un 23% del valor del material importado.

		Linea Norte Pisuli	Linea Norte Ofelia-Roldos	Linea Central El Marin-Toctiuc	Linea Sur Mercado-La Argelia	Linea Sur Mercado-Los Criollos	Total por item
A	Suministro		19200	14850	9500	7050	11500
B	Montaje		2000	1600	1200	660	1200
C	Transporte, Seguro,		1344	1040	665	493,5	805
D	Aranceles y gastos de importacion	% de A	23	23	23	23	23
E	Aranceles y gastos de importacion	KE	4416	3416	2185	1621,5	2645
F	Cantidad hormigon	m3	2040	2470	1600	750	1890
G	Precio hormigon	€/m3	1000	1000	1000	1000	1000
H	Obra civil funcional	KE	2040	2470	1600	750	1890
I	Total construccion	KE	29000	23375	15150	10575	18040
J	Edificios	KE	8632	8500	8000	5000	8000
K	Diversos	10% de I+J	3763	3188	2315	1558	2604
L	Total sin honorarios	KE	41395	35063	25465	17133	28644
M	Honorarios	% de L	2070	1753	1273	857	1432
N	Total con honorarios	KE	43465	36816	26738	17989	30076
O	Total con honorarios	K (1 €=1,35 USD)	58678	49701	36097	24285	40603

La tabla a continuación resume los costos de explotación y de mantenimiento anuales estimados para cada línea.

<b>K USD</b>	<b>Línea Pisuli</b>	<b>Línea Roldos</b>	<b>Línea El Tejor</b>	<b>Línea La Argelia</b>	<b>Línea Los Criolos</b>
<b>Costos de personal</b>	2 100	1 900	1 760	1 415	1 760
<b>Costos de consumibles</b>	160	119	115	80	117
<b>Costos de mantenimiento</b>	892	515	415	350	525
<b>Costo de la energía</b>	780	530	438	290	420
<b>Costos administrativos</b>	350	350	350	350	350
<b>Total K USD/año</b>	<b>4 282</b>	<b>3 414</b>	<b>3 078</b>	<b>2 485</b>	<b>3 172</b>