

**Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legal, de riesgos, técnico y financiero**

**ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO**

Documento No. L2MB-ET01-L00-IFU-A-0001\_V0 (Vol. 1 / 5)



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

## CONTROL DE CAMBIOS

### ÍNDICE DE MODIFICACIONES (Para uso de la Asesoría)

Versión	Fecha	Sección modificada	Observaciones
A	20-08-2021	-	Versión inicial para revisión de FDN. <b>No remitida a EMB.</b>
B	30-08-2021	Todas	Documento ajustado por observaciones de FDN - Correo electrónico del 26/08/2021. <b>Versión revisada por EMB.</b>
C	28-09-2021	Todas	Documento ajustado por observaciones de EMB - Comunicación RAD: EXTS21-0003993 del 14/09/2021. <b>Versión revisada por la Interventoría.</b>
D	08-10-2021	Todas	Documento ajustado por observaciones de la Interventoría - Comunicación L2MB-FDN-MOV-CE-TEC-011 del 5/10/2021. <b>Versión remitida a Interventoría y a FDN/EMB para aprobación.</b>
E	03-11-2021	Todas	Documento ajustado por observaciones de la Interventoría - Comunicación INTL2MB-EGIS-MOV-CE-CON-012 del 15/10/2021, de EMB - Comunicación RAD: EXTS21-0004824 del 15/10/2021, y de EMB - Correo electrónico con asunto "Entregable E1 - VD Informal" del 20/10/2021. <b>Versión remitida a Interventoría y a FDN/EMB para aprobación.</b>
F	23-11-2021	Todas	Documento ajustado por observaciones de la Interventoría - Correos electrónicos del 12/11/2021 y del 16/11/2021, y de EMB - Comunicación RAD: EXTS21-0005403 del 17/11/2021. <b>Versión remitida a Interventoría y a FDN/EMB para aprobación.</b>
0	23-11-2021	NA	Versión aprobada

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

**REVISIÓN Y APROBACIÓN (Para uso de la Asesoría)**

Preparó:  F.A. Sánchez 23-11-2021	Revisó:  F.A. Sánchez 23-11-2021	Revisó:  I.M. Fierro 23-11-2021	Revisó:  E. Cáceres 23-11-2021
Coordinación U.T.	VoBo. Coordinador Técnico	VoBo. Coordinador Legal	VoBo. Coordinador Financiero

Revisó:  O.R. Veliz 23-11-2021	Revisó:  C.L. Umaña 23-11-2021	Revisó:  F.M. Faria 23-11-2021	Aprobó:  J.M. Martínez 23-11-2021
VoBo. Director Técnico	VoBo. Director Legal	VoBo. Director Financiero	VoBo. Director General de Estructuración

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	17
<b>1.1. MARCO CONTRACTUAL</b>	17
<b>1.2. CONTEXTO</b>	18
<b>1.3. MARCO LEGAL</b>	19
<b>1.4. ASESORÍA</b>	20
<b>1.5. EMPRESAS QUE CONFORMAN LA ASESORÍA</b>	20
1.5.1. Presentación de SYSTRA	20
1.5.2. Presentación de INGETEC	22
1.5.3. Presentación de KPMG	23
1.5.4. Presentación de BONUS	24
1.5.5. Presentación de BRIGARD & URRUTIA	26
1.5.6. Presentación de GARRIGUES	26
1.5.7. Especialista en riesgos	27
<b>2. CRONOGRAMA Y PLAN DE TRABAJO</b>	28
<b>2.1. CRONOGRAMA DETALLADO DE TRABAJO</b>	28
2.1.1. Fase 1 - Planeación del Proyecto	28
2.1.2. Fase 2 – Análisis, estudios y diseños de ingeniería de factibilidad para el Aval Técnico y Fiscal	29
2.1.2.1. Componente técnico	31
2.1.2.2. Componente legal	34
2.1.2.3. Componente financiero y de riesgos	45
2.1.3. Fase 3 – Estudios y diseños para la estructuración	47
2.1.3.1. Componente técnico	47
2.1.3.2. Componente legal	49
2.1.3.3. Componente financiero	49
2.1.4. Fase 4 - Estructuración integral	49
2.1.4.1. Componente técnico	51
2.1.4.2. Componente legal	52
2.1.4.3. Componente financiero y de riesgos	53
<b>2.2. CRONOGRAMA RESUMEN DE LOS SERVICIOS</b>	54
<b>2.3. PLAN DE TRABAJO</b>	57
2.3.1. Fase 1 - Planeación del Proyecto	57
2.3.2. Fase 2 – Análisis, estudios y diseños de factibilidad (Aval técnico y fiscal)	58

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

2.3.2.1. Subetapa 2.1: Revisión y análisis de información existente	59
2.3.2.2. Subetapa 2.2: Trabajos de campo y estudios complementarios	60
2.3.2.3. Subetapa 2.3: Estudio de demanda y Programa Preliminar de Operación	61
2.3.2.4. Subetapa 2.4: Ingeniería de factibilidad para aval técnico	62
2.3.2.5. Subetapa 2.5: Programa de obra y flujos de inversiones	63
2.3.2.6. Subetapa 2.6: Estimación de los costos de inversión, operación y mantenimiento	64
2.3.2.7. Subetapa 2.7: Desarrollo de los componentes legales, financieros y de riesgos para Fase 2	65
2.3.3. Fase 3 – Estudios y diseños para la estructuración técnica	69
2.3.3.1. Subetapa 3.1: Actualización del plan de diseño	70
2.3.3.2. Subetapa 3.2: Finalización de los diseños para la etapa de estructuración	71
2.3.3.3. Subetapa 3.3: Actualización CAPEX, OPEX, flujo de inversiones y cronograma	72
2.3.3.4. Subetapa 3.4: Desarrollo de los componentes legales, financieros y de riesgos	73
2.3.4. Fase 4 - Estructuración	74
2.3.4.1. Subetapa 4.1: Actualización y sustentación del diseño de transacción	74
2.3.4.2. Subetapa 4.2: Estudios previos	75
2.3.4.3. Subetapa 4.3: Documentación técnica – Apéndices Técnicos	76
2.3.4.4. Subetapa 4.4: Prepliegos y pliegos de condiciones	76
2.3.4.5. Subetapa 4.5: Informe sobre el proceso de selección	77
<b>3. ENFOQUE METODOLÓGICO</b>	<b>78</b>
3.1. ENFOQUE TÉCNICO	78
3.1.1. Logro del Hito No. 2	78
3.1.2. Aprovechamiento de las experiencias adquiridas en la estructuración de la Línea 1 y el contenido de los estudios anteriores	78
3.1.3. Consecución temprana de los insumos, conclusiones y decisiones necesarios para el desarrollo de la Asesoría	79
3.1.4. Optimización de los sistemas y control de sus interfaces con la obra civil, el material rodante y los demás sistemas metro ferroviarios	79
3.1.5. Aproximación al humedal Juan Amarillo	79
3.1.5.1 Aspectos ambientales	80
3.1.5.2 Geología, hidrogeología y geotecnia	81
3.1.5.2.1 Aspectos geológicos	81
3.1.5.2.2 Aspectos hidrogeológicos	84
3.1.5.2.3 Aspectos geotécnicos	88
3.1.6 Avance de la factibilidad ambiental	90
3.1.7 Puntos críticos para el desarrollo del Proyecto identificados en el componente técnico	90

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

<b>3.2. ENFOQUE FINANCIERO</b>	91
<b>3.2.1. Puntos críticos</b>	94
3.2.1.1. Identificación fuentes de fondeo	96
3.2.1.2. Capacidad fiscal de la Empresa Metro, Nación y el Distrito	97
3.2.1.3. Identificación fuentes de financiación	97
3.2.1.4. Tamaño del proyecto	99
3.2.1.5. Interés del mercado	100
3.2.1.6. Perfil del Inversionista	100
3.2.1.7. Riesgos	101
<b>3.3. ENFOQUE LEGAL</b>	101
<b>3.4. MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS</b>	102
<b>3.5. METODOLOGÍA</b>	103
<b>3.5.1. Componente técnico</b>	103
3.5.1.1. Gestión de las interfaces técnicas y funcionales	103
3.5.1.2. Planteamiento de la Ingeniería de Sistema Integrada incluyendo la gestión de las exigencias	104
3.5.1.3. Estimación de la demanda (Entregable 5/ET-01)	106
3.5.1.4. Desarrollo de los entregables - Componente técnico	108
<b>3.5.2. Componente financiero</b>	156
3.5.2.1. Debida diligencia	157
3.5.2.1.1. Benchmarking	158
3.5.2.2. Análisis de alternativas del diseño de la transacción	160
3.5.2.2.1 Definición del esquema de la transacción preliminar	160
3.5.2.2.2 Confirmación del esquema de la transacción	165
3.5.2.3. Modelo financiero	166
3.5.2.4. Proyecciones financieras y análisis de escenarios	169
3.5.2.5. Análisis de la viabilidad financiera del Proyecto	169
3.5.2.6. Implementación de la estructura de la transacción	170
3.5.2.7. Actualización de la evaluación socioeconómica	172
3.5.2.8. Elaboración de los documentos necesarios para la contratación del Proyecto	174
3.5.2.9. Procesos de selección, firma de los contratos y suscripción de las actas de inicio	174
<b>3.5.3. Componente legal</b>	174
<b>3.5.4. Componente gestión de riesgos</b>	178
<b>4. ESQUEMA DE GOBIERNO DEL PROYECTO</b>	183
<b>4.1. ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO</b>	183

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

4.1.1. Organigrama del equipo de trabajo	184
4.1.2. Roles y niveles de autoridad	187
4.1.3. Funcionamiento general - Cargos y responsabilidades	187
4.1.4. Relacionamiento externo de la Asesoría	212
4.1.5. Conformación del equipo de trabajo	212
4.2. REUNIONES DE SEGUIMIENTO Y TOMA DE DECISIONES	215
4.2.1. Reunión de inicio	215
4.2.2. Reuniones semanales de control de avance de los servicios	216
4.2.3. Reuniones de trabajo específicas	216
4.2.4. Otras reuniones	218
4.2.5. Comités y relacionamiento interinstitucional	218
4.2.6. Reuniones internas de la Asesoría	219
4.2.7. Informe mensual	219
4.2.8. Informes quincenales del componente geotécnico y de pavimentos	220
4.3. PLAN DE GESTIÓN DE INTERFACES INTERNAS	220
4.3.1. Mecanismos de coordinación	220
4.3.2. Relacionamiento institucional	221
4.3.3. Estrategia de comunicación y de seguimiento	221
4.4. ACTIVIDADES DE COORDINACIÓN Y PLANIFICACIÓN CON LOS ASESORES TÉCNICO, LEGAL, FINANCIERO Y DE RIESGOS	222
4.4.1. Financiero + Riesgos	222
4.4.2. Legal + Riesgos	223
4.4.3. Técnico + Riesgos	223
4.4.4. Técnico + Legal	223
4.4.5. Financiero + Técnico	223
4.5. SOLICITUDES DE AUTORIZACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES REMUNERADAS CON GASTOS REEMBOLSABLES	224
4.5.1 Acta de cantidades	224
4.5.2 Gestión ante EMB	224
4.6. PROCEDIMIENTO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS QUE PUEDAN PRESENTAR LOS MIEMBROS DEL EQUIPO	225
4.6.1. Comportamiento de la Asesoría	225
4.6.2. Prevención de conflicto de interés	225
4.6.3. Mecanismos de resolución de conflictos de intereses	226
4.7. RECURSOS LOGÍSTICOS DISPONIBLES PARA EL DESARROLLO DE LA ASESORÍA	226
4.7.1. Componente técnico	226

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

4.7.2. Componente financiero	227
4.7.3. Componente legal	228
<b>5. PLAN DE GESTIÓN DOCUMENTAL</b>	<b>229</b>
5.1. BASES	229
5.2. ACTIVIDADES DE CONTROL	229
5.3 INTERACCIÓN CON FDN Y EMB	230
5.4. CODIFICACIÓN	230
5.4.1 Diligenciamiento de los campos para la codificación	232
5.4.2 Control de las versiones emitidas	245
5.5. APROBACIÓN Y LIBERACIÓN DE LOS DOCUMENTOS Y LOS DATOS	245
5.6. CAMBIOS	245
5.7. CORRESPONDENCIA CONTRACTUAL	246
5.8. ARCHIVOS MAGNÉTICOS	246
5.9. CONTROL DE LOS REGISTROS	246
5.10 GESTIÓN DOCUMENTAL FDN-EMB	247
<b>6. REFERENCIAS</b>	<b>250</b>
<b>7. ANEXOS</b>	<b>251</b>
6.1. ANEXO 1 - Cronograma detallado de actividades	251
6.2. ANEXO 2 - Lineamientos del BEP	251
6.3. ANEXO 3 - Plan de calidad	251
6.4. ANEXO 4 - Matriz de comunicaciones	251



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Cronograma resumen de los servicios - Hitos
- Figura 2. Cronograma resumen de los servicios - Fase 1 y Fase 2
- Figura 3. Cronograma resumen de los servicios - Fase 3
- Figura 4. Cronograma resumen de los servicios - Fase 4
- Figura 5. Subetapas de la Fase 2 e informaciones sobre su contenido / entregables
- Figura 6. Subetapas de la Fase 3 e informaciones sobre su contenido / entregables
- Figura 7. Subetapas de la Fase 4 e informaciones sobre su contenido / entregables
- Figura 8. Características de los proyectos bancables
- Figura 9. Fases y componentes para el desarrollo de los servicios de asesoría
- Figura 10. Ciclo en V de ingeniería
- Figura 11. Actividades financieras por desarrollar
- Figura 12. Etapas del proceso de benchmarking
- Figura 13. Flujo del proceso de selección de alternativas
- Figura 14. Ponderación de los criterios
- Figura 15. Ponderación de las alternativas
- Figura 16. Línea de tiempo del modelo financiero
- Figura 17. Principales componentes del modelo financiero
- Figura 18. Mapa de dependencias y mapa de fórmulas únicas
- Figura 19. Identificación de potenciales interesados
- Figura 20. Gestión riesgos del proyecto
- Figura 21. Organigrama del equipo de trabajo
- Figura 22. Funcionamiento y comunicaciones dentro y fuera de la Asesoría
- Figura 23. Núcleo directivo FDN del Proyecto

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Figura 24. Núcleo directivo del Proyecto - Asesoría

Figura 25. Organigrama componente técnico - Personal de INGETEC

Figura 26. Organigrama componente técnico - Personal de SYSTRA

Figura 27. Organigrama componente financiero

Figura 28. Organigrama componente legal

Figura 29. Interrelaciones entre componentes de los servicios de asesoría

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Hitos de la Fase 1

Tabla 2. Hitos de la Fase 2

Tabla 3. Especificaciones técnicas base de la Subetapa 2.3

Tabla 4. Entregables base de la Subetapa 2.4

Tabla 5. Especificación técnica base de la Subetapa 2.5

Tabla 6. Especificaciones técnicas base de la Subetapa 2.6

Tabla 7. Fase 2 - Componente legal - Actividades y tareas del Objetivo No. 1

Tabla 8. Fase 2 - Componente legal - Actividades y tareas del Objetivo No. 2

Tabla 9. Fase 2 - Componente legal - Actividades y tareas del Objetivo No. 3

Tabla 10. Fase 2 - Componente legal - Actividades y tareas del Objetivo No. 4

Tabla 11. Fase 2 - Componente legal - Actividades y tareas del Objetivo No. 5

Tabla 12. Fase 2 - Componente legal - Actividades y tareas del Objetivo No. 6

Tabla 13. Fase 2 - Componente legal - Actividades y tareas del Objetivo No. 7

Tabla 14. Fase 2 - Componente legal - Actividades y tareas del Objetivo No. 8

Tabla 15. Hitos de la Fase 3

Tabla 16. Hitos de la fase 4

Tabla 17. Interacción con las autoridades locales para definición de aspectos estratégicos de la estructuración

Tabla 18. Puntos críticos para el desarrollo del Proyecto

Tabla 19. Criterios de selección, evaluación socioeconómica

Tabla 20. Componente legal - Actividades de apoyo transversal a los demás componentes del Proyecto

Tabla 21. Etapas del proceso de gestión de riesgos

Tabla 22. Comité de Expertos - U.T. MOVIUS

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Tabla 23. Roles y responsabilidades personal componente técnico

Tabla 24. Roles y responsabilidades personal componente financiero

Tabla 25. Roles y responsabilidades personal componente legal

Tabla 26. Equipo de la Asesoría

Tabla 27. Talleres complementarios de trabajo propuestos por la Asesoría a FDN/EMB para definir aspectos claves del Proyecto

Tabla 28. Codificación de correspondencia

Tabla 29. Codificación de Documentos de Gestión

Tabla 30. Codificación de planos, modelos y documentos técnicos

Tabla 31. Nomenclatura de sistemas y subsistemas

Tabla 32. Nomenclatura de ubicación

Tabla 33. Identificación de disciplinas

Tabla 34. Nomenclatura de Tipo de documento

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

ALO: Avenida Longitudinal de Occidente

AMDEC: Analyse des Modes, des Effets et de la Criticité des Défaillances (en inglés: FMECA - Failure Modes, Effects and Criticality Analysis; en castellano: AMFEC - Análisis de Modos de Fallos, Efectos y su Criticidad)

ANLA: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

APP: Asociación Público Privada

APR: Análisis Preliminar de Riesgo

ATP/ATO: Automatic Train Protection / Automatic Train Operation (Protección Automática del Tren / Operación Automática del Tren)

ATS: Automatic Train Stop (Detención Automática del Tren)

B/C: Beneficio / Costo

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

BIRF: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento

BEP: Bim Execution Plan (Plan de Ejecución BIM)

BIM: Building Information Modeling (Modelado de Información de Construcción)

BRT: Bus Rapid Transit (Buses de Tránsito Rápido)

CAPEX: Capital Expenditure (Costo de Inversión)

CAR: Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible

CBTC: Communication Based Train Control (Sistema de señalización del control de trenes basado en comunicaciones)

CCO: Centro de Control Operacional

CCTV: Circuito Cerrado de Televisión

CENELEC: Comité Européen de Normalisation Electrotechnique (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica)

CONPES: Consejo Nacional de Política Económica y Social

DANCP: Dirección de la Autoridad Nacional de Consulta Previa

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

DNP: Departamento Nacional de Planeación

EIAS: Estudio de Impacto Ambiental y Social

EAAB: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

EMB: Empresa Metro de Bogotá

EPBS: Earth Pressure Balanced Shield (Escudo Equilibrado de Presión de Tierra)

E&M: Electrical and Mechanical (Eléctrica y Mecánica)

FDN: Financiera de Desarrollo Nacional

GoA4: Grade of Automation 4 in standard IEC 62267 (Grado de Automatización 4 en la norma IEC 62267 - para operación automática sin conductor a bordo)

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IDECA: Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital

IDIGER: Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

IFC: International Financial Corporation (Corporación Financiera Internacional)

ISO: International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)

L2MB: Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá

MHC: Modelo Hidrogeológico Conceptual

MHCP: Ministerio de Hacienda y Crédito Público

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

OHSAS: Occupational Health and Safety Assessment Series (Sistema de Gestión de la Salud y Seguridad Ocupacional)

OPEX: Operational expenditures (Gastos Operativos)

O&M: Operación y mantenimiento

PCAD: Plan de Cierres Alternativas y Desvíos

PCC: Puesto Central de Control

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

PAGA: Planes de Adaptación para la Gestión Ambiental

PDA: Puertas De Andenes

PLMB: Primera Línea del Metro de Bogotá

PMAS: Plan de Acción para la Mejora del Ambiente Sonoro

PMO: Project Management Office (Oficina de Gestión de Proyectos)

PMP: Plan de Mantenimiento Preliminar

PMS: Plan de Manejo Social

PMA: Plan de Manejo Ambiental

PMAS: Plan de Manejo Ambiental y Social

PMS: Plan de Monitoreo y Seguimiento

PMT: Plan de Manejo de Tránsito

POP: Plan de Operación Preliminar

POT: Plan de Ordenamiento Territorial

RAMS: Reliability, Availability Maintainability and Safety (Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad)

SDA: Secretaría Distrital de Ambiente

SDH: Secretaría Distrital de Hacienda

SER: SubEstación Rectificadora

SET: SubEstación de Tracción

SGS: Servicio Geológico Colombiano

SISSOMA: Sistema de Gestión de la Seguridad, Salud en el Trabajo y Medio Ambiente

SITP: Sistema Integrado de Transporte Público

TAR: Traslado Anticipado de Redes

TCC: Términos de Condiciones Contractuales

TCO: Tablero de Control Óptico

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

TdR: Términos de Referencia

TIR: Tasa Interna de Retorno

TPE: Títulos de Pago por Ejecución

UPS: Uninterruptable Power Supply (Sistema de Alimentación Ininterrumpida - SAI).

VPN: Valor Presente Neto



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. MARCO CONTRACTUAL

El 12 de abril de 2021, la EMPRESA METRO DE BOGOTÁ (**en adelante EMB**) y la FINANCIERA DE DESARROLLO NACIONAL (**en adelante FDN**), suscribieron el Contrato Interadministrativo 136 (**en adelante el Contrato Interadministrativo**) para adelantar la estructuración integral del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá (**en adelante L2MB o el Proyecto**) en sus componentes legal, riesgos, técnico, y financiero. El Acta de Inicio de este Contrato Interadministrativo se firmó el 20 de abril de 2021.

En virtud de las obligaciones derivadas del Contrato Interadministrativo, el 6 de agosto de 2021, FDN y MOVIUS U.T. MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE, conformada por las empresas SYSTRA S.A. Sucursal Colombiana, INGETEC INGENIERÍA Y DISEÑO S.A.S., KPMG Advisory, Tax & Legal S.A.S., BONUS Banca de Inversión S.A.S., BRIGARD URRUTIA DP S.A.S. y GARRIGUES Colombia S.A.S. (**en adelante la Asesoría**), suscribieron el Contrato 56/2021 cuyo objeto es la asesoría especializada en los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero para el acompañamiento a FDN en la estructuración de la L2MB. El Acta de Inicio del Contrato 56/2021 se firmó el 17 de agosto de 2021.

Así mismo, el 17 septiembre de 2021, FDN y Egis Consultoría S.A.S (**en adelante la Interventoría**) suscribieron el Contrato 65/2021 para supervisar el desarrollo del componente técnico del Contrato 56/2021. El objeto de dicho contrato indica que Egis Consultoría S.A.S realizará la “*Interventoría técnica, administrativa, legal y financiera a los estudios y diseños técnicos de factibilidad que hacen parte del Contrato de Consultoría cuyo objeto es “prestar los servicios de asesoría especializada en los componentes legal, de riesgos, técnico y financiero para el acompañamiento a la FDN en la estructuración de la Línea 2 del Metro de Bogotá”*”. El Acta de Inicio del Contrato 65/2021 se firmó el 24 de septiembre de 2021.

El presente documento corresponde al Entregable No. 1 a cargo de la Asesoría, el cual se integra a las obligaciones de la FDN derivadas del Contrato Interadministrativo. Este informe será denominado “*Plan de trabajo, cronograma y enfoque metodológico*”.

Dentro de este documento se desarrollará el cronograma y enfoque metodológico para desarrollo de las actividades y obligaciones contenidas en el Contrato Interadministrativo así como aquellas relacionadas con la Asesoría.

El presente informe consta de los siguientes capítulos:

Capítulo 1: INTRODUCCIÓN (este capítulo).

Capítulo 2: PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA. Describe la forma en que se desarrollarán los servicios a lo largo del plazo contractual en sus diferentes fases y sub etapas, a partir de las actividades consignadas en el cronograma detallado en *Microsoft Project* que se incluye como Anexo 1 de este documento.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Capítulo 3: ENFOQUE METODOLÓGICO. Describe los enfoques y metodologías establecidos para ejecutar los trabajos en sus componentes técnico, financiero, legal y de riesgos.

Capítulo 4: ESQUEMA DE GOBIERNO DEL PROYECTO. Presenta el organigrama y la conformación del equipo que ejecutará el Contrato Interadministrativo en conjunto con la Asesoría, indicando sus cargos, niveles de dirección, roles y responsabilidades. Así mismo, incluye los mecanismos asociados a las reuniones de seguimiento para la toma de decisiones, el plan de gestión de interfaces internas para garantizar la integración y coordinación de los diferentes entregables por elaborarse, y las actividades de coordinación y planificación con los profesionales legales y financieros.

Capítulo 5: PLAN DE GESTIÓN DOCUMENTAL. Describe la forma en que se almacenarán, distribuirán y controlarán los documentos asociados al servicio de Asesoría y este a su vez con el Contrato Interadministrativo. Explica el sistema de codificación de la correspondencia, planos e informes.

Capítulo 6: REFERENCIAS.

Capítulo 7: ANEXOS:

- ANEXO 1 - Cronograma detallado de actividades
- ANEXO 2 - Lineamientos del BEP
- ANEXO 3 - Plan de calidad
- ANEXO 4 - Matriz de comunicaciones

Nota: Todas las tablas, figuras y fotografías incorporadas en el presente documento que no tienen indicada la fuente de donde provienen fueron generadas por las empresas integrantes de la Asesoría.

## 1.2. CONTEXTO

Desde que se formuló el Acuerdo Distrital No. 642 de 2016 modificado por el artículo 96 del Acuerdo Distrital No. 761 de 2020, la EMPRESA METRO DE BOGOTÁ S.A. (EMB) tiene dentro de sus prerrogativas las facultades de: *“realizar la planeación, estructuración, construcción, operación, explotación y mantenimiento de las líneas férreas y de metro que hacen parte del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá, así como la adquisición, operación, explotación, mantenimiento y administración del material rodante. También hace parte del objeto social de la entidad liderar, promover, desarrollar y ejecutar proyectos urbanísticos, en especial de renovación urbana, así como la construcción y el mejoramiento del espacio público en las áreas de influencia de las líneas de metro, con criterio de sostenibilidad en las condiciones que señalen las normas vigentes, las autoridades competentes y sus propios estatutos.”*

Dentro del Acuerdo Distrital No. 761 de 11 de junio de 2020 “Por medio del cual se adopta el plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas del Distrito capital 2020-2024 “Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del siglo XXI” propuesto por la alcaldesa Claudia López, se incluye en el Artículo 46 Proyectos Estratégicos, el Propósito 4 que indica “Hacer de Bogotá - Región un modelo de movilidad multimodal, incluyente y

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

sostenible, se prioriza: la red de metro regional, conformada por la construcción de la fase I y la **extensión de la fase II de la Primera Línea del Metro hasta Suba y Engativá**, el Regiotram de Occidente, y el Regiotram del Norte, estructurada y en avance de construcción, y varios proyectos complementarios.

Derivado de lo anterior, resultó necesario adelantar la planeación y la estructuración integral de la Línea 2 del Metro de Bogotá y su articulación con otros proyectos de transporte de la región Bogotá – Cundinamarca, siendo responsabilidad de EMB adelantar la planificación y desarrollo de la mencionada Línea 2.

Conforme a lo definido en el artículo 12 de la Ley 1682 de 2013, los “Estudios de Ingeniería” que se adelantan para la ejecución de proyectos de infraestructura son: (i) Fase 1- Prefactibilidad; (ii) Fase 2 – Factibilidad, y (iii) Fase 3 Estudios y Diseños definitivos. En armonía con esta definición, las actividades de maduración y estructuración integral de proyectos de infraestructura desarrollan, además, los componentes legal, financiero y de riesgos para realizar el diseño de la transacción y su preparación para un proceso licitatorio.

El 21 de febrero de 2020, EMB y FDN suscribieron el Convenio Interadministrativo 068 de 2020 cuyo objeto consistió, entre otros, en la elaboración de un estudio de prefactibilidad para la expansión de la Primera Línea del Metro de Bogotá (**en adelante PLMB**), que se desarrolló en tres etapas: (i) Formulación de alternativas, (ii) Análisis de alternativas y (iii) Estudios y Diseños a nivel de prefactibilidad, que fue desarrollada por la U.T. EGIS-STEER METRO BOGOTÁ y que culminó en abril de 2021.

Resulta de este estudio que la L2MB presenta una infraestructura mixta mediante la incorporación de dos (2) tipologías de metro: subterráneo y elevado, con una longitud de 15.8 km aproximadamente. Esta línea, que comprende además una cola de maniobras en su extremo oriental, 11 estaciones, y un patio taller, discurre por los corredores principales de la Calle 72, Avenida Ciudad de Cali, Avenida Longitudinal de Occidente - ALO y la extensión de la Avenida Transversal de Suba.

Teniendo en cuenta los antecedentes descritos, y de acuerdo con la necesidad de adelantar la estructuración integral del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá en sus componentes legal, riesgos, técnico y financiero, EMB y FDN suscribieron el Contrato Interadministrativo 136 de 12 de abril de 2021, al cual ya se hizo referencia.

Con ocasión del Contrato Interadministrativo, FDN requiere del acompañamiento de un asesor técnico, legal, financiero y de riesgos que le acompañen y brinden el apoyo requerido en la estructuración integral de la L2MB, lo cual es el objeto del Contrato 56/2021, también referenciado con anterioridad.

### 1.3. MARCO LEGAL

Este documento corresponde al Plan de Trabajo que hace parte de las obligaciones asumidas por la U.T. MOVIUS con FDN, en virtud de lo previsto en el Contrato 56/2021. Debe tenerse en cuenta que el Contrato de la Asesoría se deriva del Contrato Interadministrativo 136 de 2021, y en ese sentido este documento genera una metodología de relacionamiento entre FDN y el Asesor, y a su vez con la EMB. En todo caso, será responsabilidad de FDN la

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

ejecución de las actividades adicionales que deban realizarse en virtud de la relación contractual derivada del Contrato Interadministrativo 136 de 2021.

De conformidad con lo anterior, para la Asesoría es claro y actuará en consecuencia con las siguientes consideraciones:

- La EMB no tiene relación ni responsabilidad alguna frente a los subcontratistas de FDN, en este caso la Asesoría.
- De acuerdo con el subnumeral 10 del numeral 3.3. de la Cláusula Tercera del Contrato Interadministrativo, es obligación de FDN recibir, revisar e integrar los productos entregados por sus asesores<sup>1</sup>.

En consecuencia:

- El canal formal de comunicación verbal y escrita entre EMB y la Asesoría será FDN.
- Todos los productos a cargo de la Asesoría serán dados a conocer a EMB a través de FDN, quien posteriormente recibirá de EMB las observaciones que correspondan, o las aprobaciones si son del caso, para transmitirlos a la Asesoría.
- Lo anterior sin perjuicio de lo que EMB y la Asesoría puedan tratar de manera directa en reuniones y talleres de trabajo con presencia de representantes autorizados de FDN.

#### 1.4. ASESORÍA

La Asesoría de FDN estará en cabeza de MOVIUS U.T. MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE, la cual se compone de seis (6) empresas especializadas en diferentes temas técnicos, legales y financieros, presentadas a continuación:

#### 1.5. EMPRESAS QUE CONFORMAN LA ASESORÍA

##### 1.5.1. Presentación de SYSTRA

La empresa SYSTRA que cuenta hoy en día con 7.000 profesionales, fue creada en 1992 por la fusión de dos gigantes franceses del transporte público: la SNCF (Operador ferroviario nacional francés) y la RATP (Operador de la red de metro de París). Así, la empresa se beneficia del know-how y de los años de experiencia única de sus accionistas en el mercado mundial de consultoría e ingeniería, convirtiéndose en una empresa líder mundial especializada en infraestructuras ferroviarias, de metro, tranvías y de transporte urbano. Está presente en todas las etapas del ciclo de vida de los proyectos de transporte; desde el asesoramiento financiero y de políticas, pasando

---

<sup>1</sup> Para propósitos de revisión de los entregables técnicos, FDN se apoyará en la Interventoría que contrató.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

por la planificación, el estudio de viabilidad, el diseño preliminar y detallado, la revisión técnica y la optimización, el apoyo a las adquisiciones, la gestión de proyectos, la supervisión de la implementación, las pruebas y la puesta en marcha del sistema y el apoyo a la puesta en operación (procura de los contratos O&M y asistencia a la puesta en operación).



**SYSTRA ha participado en la creación de más de 1000 km de túneles y más de 2000 km de líneas de metro de los cuales 900 km son de Líneas de Metro Automático sin conductor.** Sumándose a esto, la empresa participó en el Project Management para el diseño y construcción de la línea de metro automatizada más larga del mundo (Dubái) y la línea con la mayor demanda mundialmente, Metro de La Meca (72 000 pasajeros/hora).

**+60**  
AÑOS DE  
EXPERIENCIA

**80** PAÍSES  
CON PRESENCIA  
OPERACIONAL

**100** CIUDADES  
DE +1 MILLÓN DE HABITANTES  
DONDE SYSTRA OPERA

**3000** PROYECTOS  
ACTUALMENTE  
EN EJECUCIÓN

**#8** ENR TOP 25 EMPRESAS  
INTERNACIONALES  
DE DISEÑO DE PUENTES  
(Diciembre 2019)

**#4** DEL RANKING DE EMPRESAS  
INTERNACIONALES EN EL DISEÑO DE  
TRANSPORTE MASIVO Y FERROVIARIO  
(Fuente: Engineering News Record Diciembre 2019)

**#34** ENTRE LAS EMPRESAS  
EMPRESAS INTERNACIONALES  
DE DISEÑO  
(Diciembre 2019)

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Metro de Bogotá: cuatro estudios, incluyendo revisión completa de los estudios en 2016 y estudios con estructuración técnica de la Línea 1 en 2017
- Metro de Panamá: ingeniería preliminar Línea 2, PMO de la Extensión Línea 1, Estudios para Línea 3 y otras asesorías especializadas
- Metro de Lima: Factibilidad de la Línea 3 subterránea
- Metro de Santiago desde 1967: más de 80 % de la ingeniería y supervisión de la red
- Metro de México desde 1967: más de 40 contratos
- Metro de Buenos Aires: factibilidad de la Línea F y asistencias técnicas
- Metro de Caracas desde 1978: más de 20 contratos
- Metro de Río de Janeiro desde 1976: asistencia técnica para la Línea 1
- Metro de Monterrey: estudios de la Línea 2
- Metro de Santo Domingo: Estudio prefactibilidad del incremento de capacidad de Línea 1 e interconexión con Línea 2
- Metro de Medellín: Tranvía de la 80 y otros contratos de asesoría especializada.

De esta forma, la experiencia en sistemas e ingeniería de transporte obtenida a lo largo de la historia en América Latina permite a los especialistas de SYSTRA contar con una experticia en la optimización y manejo de proyectos de gran envergadura, lo que conlleva a optimización de costos, mejora de la integración urbana, la calidad de vida y la sustentabilidad de la construcción, gerencia efectiva de las interfaces entre sistemas y obras civiles, innovación en todas las etapas de los estudios y diseños, así como asistencia en la planificación, construcción y supervisión de las obras, con la realización de proyectos de infraestructura adecuados a las necesidades locales y alineados a las exigencias del Sistema Integrado de Calidad, certificado de acuerdo con los requisitos de las normas ISO 9001 - Calidad, ISO 14001 - Medio Ambiente y OHSAS 18001 Salud y Seguridad del Trabajo.

La presencia local también asegura una mejor gestión de los recursos productivos (humanos y logísticos). De esta forma, combinando equipos mixtos con personal local e internacional, brinda a los clientes lo mejor de la experiencia internacional, sin dejar de lado la personalización de productos a las necesidades de cada proyecto.

### 1.5.2. Presentación de INGETEC

INGETEC es una firma de consultoría en ingeniería que cuenta con 70 años de experiencia, ofreciendo servicios en todas las fases de proyectos de infraestructura incluyendo estudios de prefactibilidad, factibilidad, diseños, asesorías técnicas y supervisión durante la construcción. INGETEC cuenta con amplia experiencia en proyectos de transporte masivo (metro, buses articulados), carreteras (incluyendo túneles, puentes y viaductos), estudios ambientales y sociales, proyectos hidroeléctricos, líneas de transmisión y subestaciones, termoeléctricos, de recursos hídricos (regulación de caudales, acueductos, alcantarillados, distritos de riego), desarrollos industriales, entre otros. De igual manera, INGETEC tiene liderazgo destacado en el desarrollo de proyectos de saneamiento, redes de alcantarillado, proyectos de vivienda y plantas de tratamiento de aguas residuales.

INGETEC está integrado por más de 2000 empleados, de los cuales más de la mitad son profesionales con alto nivel de especialización quienes trabajan dentro de las Divisiones que componen la organización. La Vicepresidencia Técnica se subdivide en las divisiones de Recursos Hídricos, Ambiental, Estructuras, Geotecnia,

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Vías, Tránsito y Transporte, Eléctrica y Electrónica y Mecánica e Industrial. Estas divisiones interactúan de manera matricial con la Vicepresidencia de Proyectos y Supervisiones.

INGETEC dispone de un sistema de gestión de calidad, aplicable a todos los servicios prestados por la empresa de conformidad con la Norma ISO 9001:2015 “Sistemas de gestión de la calidad”. El sistema de gestión de calidad de INGETEC en desarrollo de sus proyectos, busca satisfacer todos los requisitos establecidos por nuestros clientes, teniendo como base toda la documentación contractual que aporta al logro de cada uno de los objetivos planeados desde el inicio de las labores hasta la entrega final de los productos, teniendo como base la mejor calidad técnica ejecutada dentro del tiempo y costo convenido en el contrato. Igualmente, los procesos de gerencia de proyectos se encuentran enmarcados dentro de los lineamientos del Project Management Institute (PMI).

INGETEC está comprometida con la prestación de sus servicios en condiciones seguras y confortables para quienes participen en los mismos, sin deterioro del medio ambiente y sin perjuicio para la comunidad. Consecuentemente, la firma cuenta con un Sistema de gestión de la Seguridad, Salud en el trabajo y Medio Ambiente – SISSOMA acreditado mediante los certificados ISO 14001: 2015 y OHSAS 18001:2007.

La firma participa en todas las etapas de los proyectos de cualquier área de la ingeniería en las diferentes actividades requeridas incluyendo: Planeamiento y evaluación de proyectos en etapa conceptual, Desarrollo de diseños a nivel de factibilidad, ingeniería de licitación e ingeniería de detalle, Elaboración de especificaciones técnicas, Elaboración de documentos de licitación y asesoría en procesos de licitación, Ingeniería de compra de equipos hidromecánicos y electromecánicos, Revisión y evaluación de ofertas, Asesoría técnica durante construcción, Supervisión técnica, administrativa y financiera, Inspección de fabricación, pruebas y puesta en marcha, Gerencia de proyectos, Estudios y licenciamiento ambiental y social, Estudios económicos y financieros, Elaboración de presupuestos y programas de obra, Estudios de riesgos, Manejo contractual, asesoría en reclamaciones y disputas, Monitoreo y rehabilitación de estructuras, Servicios, muestreos y auditorías ambientales, Investigaciones geotécnicas de campo y laboratorio.

INGETEC posee amplia y reciente experiencia en sistemas de transporte urbano en Bogotá (BRT- Transmilenio, Metro y Tren de cercanías Regio-TRAM). Entre sus experiencias más relevantes se incluyen: Estructuración Técnica PLMB (Línea 1), Diseños para construcción Transmilenio (Avenida. Cali, ALO-Centenario, Carrera 7), Diseños para construcción Regiotram de Occidente. Adicionalmente, INGETEC ha desarrollado una valiosa experiencia en la ingeniería de obras subterráneas siguiendo estándares y las mejores prácticas internacionales en numerosos proyectos de infraestructura en Colombia y en Latinoamérica.

### 1.5.3. Presentación de KPMG

Líder mundial en servicios de auditoría, impuestos y servicios legales y consultoría. KPMG presta servicios profesionales en todo el ciclo de vida de proyectos de infraestructura. Nuestro Equipo de Infraestructura Global cuenta con más de 3.000 profesionales en el mundo.

En Colombia, contamos con 1.669 profesionales de las más altas capacidades y 22 profesionales dedicados 100% a proyectos de infraestructura en las áreas de consultoría, impuestos y servicios legales.



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

## Cubrimos todos los sectores de la infraestructura....



© 2016 KPMG Consultoría Ltda., una sociedad anónima limitada de responsabilidad limitada, afiliada a KPMG de Colombia independiente, afiliada a KPMG International Cooperative (“KPMG Network”), una entidad legal. Toda la demás información: República de Colombia.

4

KPMG International ha liderado la estructuración financiera de proyectos de infraestructura férreos y de transporte urbano. La firma cuenta con un equipo global para ayudar a nuestros clientes en todos los aspectos del ciclo de vida de los proyectos de infraestructura, empezando por la estrategia, siguiendo con la financiación, el desarrollo, la inversión y la venta. KPMG en Latinoamérica está realizando actualmente asesorías en análisis de factibilidad, análisis de mercado, estructuración financiera y financiación para diversos proyectos férreos y de transporte urbano.

### 1.5.4. Presentación de BONUS

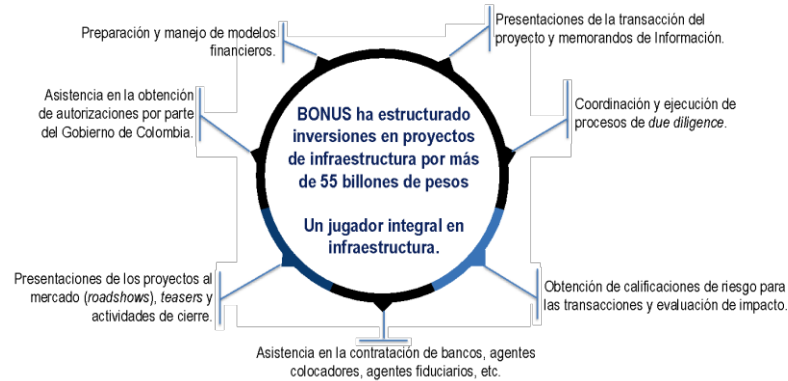
BONUS es una empresa colombiana constituida en noviembre de 2005, con el objeto de asesorar y estructurar todo tipo de proyectos de inversión en diversos sectores como; infraestructura, energía, Oil and Gas, transporte urbano, social y de servicios públicos, entre otros.

Tiene como política el acompañamiento integral en el desarrollo de la estructuración de los proyectos generando integración y coordinación entre los componentes Jurídicos, Financieros y Técnicos de los contratos a ejecutar. Presta servicios de asesoría en la estructuración y financiación de proyectos bajo la modalidad de “Project Finance”; consecución de financiación a través de la banca local e internacional, mercado de capitales; y en transacciones de fusiones y adquisiciones, a través de la valoración y estructuración de procesos de compra y venta de empresas. Igualmente presta servicios de asesoría y acompañamiento en el proceso de estructuración de proyectos y empresas.



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)



En particular, se ha posicionado en el asesoramiento de proyectos de transporte público de pasajeros en donde se destacan proyectos como la estructuración técnica, legal y financiera del Sistema Estratégico de Transporte Público de Santa Marta, la asesoría a Transmilenio para el diagnóstico, evaluación y validación técnica, jurídica, financiera y de riesgos del modelo tarifario y de recaudo a implementar dentro de los proyectos de iniciativa privada presentadas por la estructura plural REGIOTRAM, la asesoría financiera y legal para financiación y consecución de recursos a ESTE ES MI BUS SAS para la concesión del SITP en la Zona 7: “Calle 80” y Zona 8: “Tintal zona franca”, incluyendo la estructuración del Patrimonio Autónomo, la asesoría financiera durante la presentación de oferta al grupo SOMOS K, por medio del cual Transmilenio les adjudicó el suministro de flota y la operación del Patio Usme.

Adicionalmente, BONUS ha buscado novedosos mecanismos y fuentes de financiación para proyectos del sector transporte, resaltando la primera emisión de títulos sostenibles (verdes y sociales) para un sistema de transporte público en Latinoamérica, el cual se dio en Bogotá para el Consorcio SI 2018 – Calle 80.

De la misma manera, BONUS cuenta con una amplia experiencia en la estructuración de proyectos de infraestructura tras haber participado en más del 50% de los proyectos del Programa de Cuarta Generación de Concesiones de Colombia y de igual manera haber realizado la estructuración y adjudicación del primer proyecto de Quinta Generación de Iniciativa Pública (Malla vial del Valle de Cali - Accesos Palmira) y el primero de Iniciativa Privada (ALO Sur), en etapa de manifestación de interés de terceros.

BONUS Banca de Inversión S.A.S., ha sido galardonado internacionalmente por prestigiosas revistas especializadas en el campo financiero destacando sus altos estándares de calidad en la realización de estructuraciones de proyectos de infraestructura. Derivado de esto, entre el 2013 y 2019, BONUS ocupó el primer lugar en Colombia como Financial Advisor de acuerdo con el ranking del portal *InfraDeals*.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)



Rank	Company	Total US\$ M	Transactions
<b>1=</b>	<b>BONUS Banca de Inversión</b>	<b>4.979</b>	<b>6</b>
1=	Structure Banca de Inversión	2.789	6
1=	Bancolombia	2.124	6
1=	Banco BTG Pactual	1.994	6
1=	Bancapital SAS	902	6
6=	Credit Suisse	3.492	4
6=	Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA)	3.467	4
6=	Deloitte	2.379	4
6=	Inverlink	1.508	4
6=	Santander	1.243	4

### 1.5.5. Presentación de BRIGARD & URRUTIA

Brigard & Urrutia (BU) es una firma de abogados que cuenta con más de 80 años de experiencia en el mercado legal, es reconocida como una firma de abogados líder en Colombia y una de las de mayor prestigio en Latinoamérica. BU asesora a una amplia gama de compañías líderes en el mercado nacional e internacional, instituciones financieras y agencias multilaterales en todos los aspectos de sus actividades de negocios en Colombia. Cuenta con un gran historial de reconocimiento por su experiencia en las diferentes ramas del derecho (con un total de 24 áreas de práctica) y tiene un equipo de más de 200 abogados. BU hace parte de las más importantes redes globales de firmas de abogados (Lex Mundi, WSG, entre otras), y cuenta con oficinas agregadas en Londres y SINGAPUR. Ha sido destacada por los más importantes rankings internacionales, incluyendo el reconocido Chambers and Partners, quien ha reconocido por varios años a BU en la Banda 1 de la clasificación de Proyectos.

Recientemente, el equipo ha participado desde diferentes ángulos (asesor de sponsors, concesionarios, prestamistas, inversionistas, etc.) en los más reconocidos proyectos de infraestructura del país, entre otros, en las distintas generaciones de concesiones (3G, 4G y 5G), concesiones aeroportuarias, la estructuración de diversas solicitudes de concesión portuaria, concesiones ferroviarias, licitaciones del SITP de Bogotá y la financiación de numerosos y variados proyectos de infraestructura. Así mismo, BU se ha desempeñado como asesor legal del proponente que resultó adjudicatario de la PLMB, así como en aspectos puntuales de la gestión contractual y financiación de dicho contrato. Así mismo, BU se ha desempeñado como asesor legal en la financiación del Proyecto Regiotram de Occidente, siendo así una de las firmas más experimentadas en la ejecución y financiación de proyectos ferroviarios en Colombia.

### 1.5.6. Presentación de GARRIGUES

Garrigues es una firma internacional de servicios legales y fiscales que asesora en derecho empresarial y público en los principales escenarios económicos del mercado global desde 1941. El equipo de la firma lo integran dos mil

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

personas de veinte nacionalidades diferentes que, bajo una dirección única e integrada y con los mismos estándares de calidad, operando en Europa, América, África y Asia, donde contamos con una estructura consolidada de equipos y oficinas. Garrigues ha participado en la estructuración de grandes proyectos de infraestructura. En los últimos años, entre otros, 13 proyectos de ferrocarriles, metros y tranvías, 4 aeropuertos, 14 autovías y 5 puertos. Dentro de los proyectos férreos en que Garrigues ha participado en la estructuración se encuentran los tramos I, II y IV de la línea 9 del Metro de Barcelona, la línea 1 Interurbana del Metro de Sevilla, la ampliación de la Red de Metro de Madrid (línea circular Metrosur), las líneas de metro ligero de la Comunidad de Madrid T1, T2 y T3, la prolongación de la línea 8 del Metro de Madrid hasta el Aeropuerto de Barajas T4, las estaciones de ferrocarril “Vialia” para la Red Nacional de Ferrocarriles Españoles (RENFE), entre otros proyectos.

Asimismo, en el 2008 Garrigues hizo parte del equipo consultor contratado por la Secretaría Distrital de Movilidad para realizar el diseño conceptual de la red de transporte masivo metro, y diseño operacional y dimensionamiento legal y financiero para la PLMB. Igualmente, participó desde el 2017 hasta el 2020, en la estructuración legal de la Primera Línea del Metro de Bogotá, proyecto que fue adjudicado por parte de la Empresa Metro de Bogotá en octubre del 2019. Finalmente, Garrigues cuenta con experiencia en la financiación de proyectos de infraestructura, habiendo asesorado a entidades públicas, prestamistas y concesionarios, en la consecución de los recursos necesarios para la ejecución de los proyectos a través de esquemas de financiación de proyectos.

#### **1.5.7. Especialista en riesgos**

Conforme a lo establecido en las obligaciones del Contrato Interadministrativo y a su vez en lo previsto en el Contrato con la Asesoría, se contará con una firma especializada en riesgos y seguros. El entregable 1A - “*Plan de trabajo y metodología riesgos*”, el cual será entregado conforme a lo previsto en los documentos contractuales.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

## 2. CRONOGRAMA Y PLAN DE TRABAJO

### 2.1. CRONOGRAMA DETALLADO DE TRABAJO

De acuerdo con lo establecido en el Contrato Interadministrativo la FDN y la Asesoría se plantean desarrollar las actividades y duraciones descritas en el cronograma incluido en el Anexo 1.

Cabe resaltar que el desarrollo del Proyecto estará definido en cuatro fases. La primera, corresponderá a la planeación del mismo, en la cual se abordará la elaboración y entrega del Plan de Trabajo. Posteriormente, durante la segunda fase se desarrollarán los análisis, estudios y diseños de factibilidad necesarios para lograr el aval técnico y fiscal del Proyecto, el cual se tiene planteado para el 18 de febrero del 2022. En tanto se obtiene el aval del Gobierno Nacional, el Proyecto entrará a una tercera fase donde se llevarán a cabo, desde el componente técnico, los estudios y diseños requeridos para su estructuración. Por último, la cuarta fase comprenderá los análisis y estudios necesarios en los componentes técnicos, legales, financiero y de riesgos, que permitan valorar las condiciones del Proyecto, y de esta forma preparar la estructuración del modelo de transacción y la posterior elaboración de los documentos requeridos para llevar a cabo los procesos de selección. En este orden de ideas, a continuación, se describen los principales hitos y fechas para cada una de las fases del Proyecto.

#### 2.1.1. Fase 1 - Planeación del Proyecto

Esta fase comprenderá la planeación, organización y anticipación de todas las actividades de la presente Asesoría, componentes que se materializan en el presente Plan de Trabajo. Los principales hitos se presentan a continuación:

Tabla 1. Hitos de la Fase 1<sup>2</sup>

No. Hito	Descripción	Entrega Asesoría a FDN Días a partir del Acta de Inicio	Fecha de entrega a FDN	Fecha de entrega a EMB
1	Plan de trabajo, cronograma y enfoque metodológico	3	20 de agosto de 2021	30 de agosto de 2021
1A	Plan de trabajo y metodología riesgos	40	27 de septiembre de 2021	20 de octubre de 2021

<sup>2</sup> En la Fase 1 también se adelantará el Plan de Calidad del Proyecto aplicado a Geotecnia y Pavimentos especificado en la ET-10. Este documento se entregará en Fase 2 (08/10/2021 a FDN) articulado en su alcance con el Plan de Investigaciones de Geotecnia.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

### 2.1.2. Fase 2 – Análisis, estudios y diseños de ingeniería de factibilidad para el Aval Técnico y Fiscal

Durante esta fase se producirán los documentos e informes necesarios para la presentación de los documentos requeridos en la Resolución No. 20203040013685 29/09/2020 del Ministerio de Transporte (“la Resolución”). Para ello, la Asesoría deberá preparar lo siguiente:

1. Resumen ejecutivo del estado de avance de Estudios y Diseños de Factibilidad, el cual incluirá:
  - Antecedentes
  - Levantamiento de línea base del Proyecto
  - Definición de criterios y parámetros de diseño
  - Estimación de costos de inversión iniciales (CAPEX) y de O&M (OPEX)
  - Estado del avance del análisis financiero
  - Estado del avance del análisis legal
  - Estado del avance de la identificación de riesgos
  
2. Documentos de los requisitos para cofinanciación de sistemas de transporte para dar cumplimiento a la Resolución, incluyendo:
  - Modelo de transporte (demanda)
  - Modelo operacional
  - Validación de tecnologías y tipologías vehiculares
  - Costos de operación, administración, mantenimiento y reposición de equipos
  - Modelo de remuneración
  - Flujo de inversiones mensual para la infraestructura
  - Esquema de integración física, tarifaria, operacional con otros modos y medios de transporte
  - Justificación de la priorización del proyecto
  - Plan de implementación
  - Medidas de control de la ilegalidad
  - Infraestructura necesaria para la operación
  - Evaluación socio económica
  - Identificación de estrategias de sostenibilidad, mantenimiento y actualización
  - Análisis de viabilidad fiscal

El desarrollo de estos documentos se hará conforme a lo definido en el Contrato Interadministrativo teniendo en cuenta aquellos que deberán ser desarrollados por la FDN en conjunto con la Asesoría, así como la integración que se realizará de aquellos documentos desarrollados por la EMB. En ese sentido los documentos se deberán desarrollar a través de capítulos y anexos para su fácil integración. Durante el desarrollo de la ejecución del proyecto se hará la propuesta a la EMB para la fácil entrega e integración de los documentos para el Aval Técnico.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Para el análisis, estudios y diseños (sometidos a consideración del Comité de Expertos<sup>3</sup>), se deberán desarrollar las siguientes actividades estratégicas para el logro de los objetivos en los plazos previstos:

- Elaboración y entrega de los criterios de diseño (Entregables 5 a 16), los cuales se muestran en el cronograma dentro de la Especificación Técnica correspondiente con el nombre de "Definición de criterios de diseño".
- Inicio anticipado de las investigaciones de interferencias con las redes y gestión con empresas de servicios públicos y operadores.
- Presentaciones, mesas y talleres de trabajo previos para definición de criterios y supuestos de diseño, y materialización de experiencias previas de la PLMB. Tales experiencias serán equivalentes, es decir que tendrán en cuenta proyectos con características similares, estableciendo, en la medida de lo posible, comparaciones con proyectos subterráneos, y realizando análisis de proyectos ejecutados en otros países.
- Identificación anticipada de infraestructura afectada y posibles soluciones.

Adicionalmente, durante la Fase 2 se llevarán a cabo las actividades correspondientes a los siguientes entregables:

- Entregable 2 - Debida diligencia técnica, legal y financiera<sup>4</sup>
- Entregable 3 - Debida diligencia de riesgos y análisis preliminar de riesgos.

Los principales hitos se presentan a continuación:

Tabla 2. Hitos de la Fase 2

No. Hito	Descripción	Entrega Asesoría a FDN Días a partir del Acta de Inicio	Fecha de entrega a FDN	Fecha de entrega a EMB
2	Entregar a EMB de forma integral los documentos requeridos para presentar ante el Gobierno Nacional y obtener el aval técnico y el aval fiscal del Proyecto para acceder a la cofinanciación por parte de la Nación, en el marco de la Ley 1955 de 2019 y la Resolución 20203040013685 del Ministerio de Transporte <sup>5</sup>	185	18 de febrero de 2022	20 de abril de 2022 <sup>6</sup>

<sup>3</sup> Véase numeral 4.1.3 y Tabla 22.

<sup>4</sup> De acuerdo con el cronograma presentado en el Anexo 1, la fecha prevista de entrega a FDN del Entregable 2 - Debida diligencia técnica, legal y financiera es el 26/11/2021.

<sup>5</sup> Es deber de FDN integrar y presentar tanto los documentos de los que es responsable, como los suministrados por EMB.

<sup>6</sup> De acuerdo con el Anexo 3 – Procedimiento para la revisión y aprobación de entregables, se señala que para el cumplimiento del Hito # 2, la fecha máxima de entrega de estos documentos completos, incluidas sus revisiones, no podrá superar el mes 12 contado a partir del acta de inicio del Contrato Interadministrativo.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Teniendo en cuenta las limitaciones de tiempo, y con el objetivo de poder contar con el aval técnico y fiscal para las fechas previstas en el Contrato Interadministrativo, y así dar cumplimiento a lo requerido en la Resolución, la Asesoría deberá contar con las definiciones tempranas indicadas a continuación:

#### 2.1.2.1. Componente técnico

Durante esta Fase 2, el objetivo del componente técnico es desarrollar las actividades de ingeniería de factibilidad necesarias para lograr el hito del aval técnico y fiscal. Para ello, se desarrollarán actividades de análisis, estudio y diseño en el conjunto de las diferentes disciplinas técnicas, de manera tal que la Fase 2 concluya con un sustento técnico tal que permita el proceso de cofinanciamiento del Proyecto.

Los trabajos de Fase 2 se desarrollarán conforme al cronograma y Plan de Trabajo; los entregables y especificaciones técnicas se elaborarán en las siguientes subetapas:

- Subetapa 2.1: Revisión y análisis de la información existente.

En esta subetapa se deberán desarrollar los siguientes entregables:

- ❖ Entregable 2: Debida Diligencia:

Para obtener la debida diligencia desde el punto de vista técnico, se realizarán las siguientes actividades:

- Elaborar el "*Plan de Investigaciones de Geotecnia*", definido en la especificación técnica del ET-10 Geotecnia y Pavimentos, y articular o unificar este alcance el "*Plan de Calidad del Proyecto*" definido en la misma especificación, destacándose que se trata de dos documentos independientes.
- Revisar y analizar la información de las etapas previas
- Recolectar, revisar y analizar los estudios e información relacionada con los proyectos en ejecución
- Recolectar, revisar y analizar información relacionada con proyectos ejecutados a nivel internacional.
- Recolectar, revisar y analizar la normatividad técnica nacional e internacional aplicable
- Identificar todos los trámites para la obtención de permisos, autorizaciones y licencias requeridos

Las actividades antes señaladas se revisarán y analizarán a la luz de lo indicado en la totalidad de especificaciones técnicas del Contrato.

- ❖ Entregable 3: Debida Diligencia de Riesgos: ver en riesgos.

- Subetapa 2.2: Trabajos de campo.

En esta subetapa se deberá desarrollar el siguiente entregable:

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- ❖ Entregable 6: Diseño geométrico (vial y sistema Metro), interferencias con redes de servicios, geotecnia y pavimentos, y material rodante.

Se desarrollarán los diagnósticos, criterios de diseño geotécnico, planos y recomendaciones de la especificación técnica ET-06 “Estudios Topográficos”. Igualmente, se llevarán a cabo las exploraciones geotécnicas prioritarias y los ensayos de laboratorio correspondientes, según lo consignado en el “Plan de Investigaciones de Geotecnia” concertado con EMB, y en el “Plan de Calidad del Proyecto” elaborado a partir de la especificación técnica del ET-10 Geotecnia y Pavimentos.

- Subetapa 2.3: Estudio de demanda y programa preliminar de operación.

Su objetivo es obtener un modelo operacional actualizado, para lo cual se debe recopilar, revisar y analizar la información de las siguientes especificaciones técnicas:

Tabla 3. Especificaciones técnicas base de la Subetapa 2.3<sup>7</sup>

Especificación técnica	Descripción
ET-01	Estudio de Demanda
ET-02(v1)	Plan de Operación Preliminar (POP)
ET15(v1)	Plan de Mantenimiento Preliminar (PMP)

- Subetapa 2.4: Ingeniería de factibilidad para Aval Técnico

En esta subetapa el producto final es el Entregable 4, en lo que concierne al Informe técnico Aval Técnico. Su objetivo es obtener los parámetros de diseño, diseños básicos actualizados, dimensionamientos básicos, estimación de cantidades de obra y recomendaciones, a partir del avance que hasta ese momento se haya logrado en los siguientes entregables:

Tabla 4. Entregables base de la Subetapa 2.4

Entregable	Descripción
E6(v1)	Interferencia con redes de servicios (ET-09), Diseño geométrico vial (ET-07), Geotecnia y pavimentos (ET-10), Material Rodante (ET-17), Diseño geométrico sistema metro (ET-20).
E8(v1)	Proyecto de túnel (ET-8)

<sup>7</sup> El término “v1” incluido en esta tabla y las subsiguientes del numeral 2.1.2.1 indica que los entregables y ET’s no corresponden en sí a los que exactamente hacen parte de la Fase 3, sino a un acercamiento a cada componente técnico y ET que la Asesoría tendrá que desarrollar durante la Fase 2”.



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

E9(v1)	Estructuras (ET-11)
E10(v1):	Estaciones y edificios (ET-10)
E11(v1):	Urbanismo y paisajismo (ET-08), Patio y talleres (ET-19)
E12(v1):	Movilidad y PCAD (ET-03)
E13(v1):	Estudio Predial (ET-04), Estudio de Impacto Ambiental y Social (ET-05)
E14(v1):	RAMS (ET-14), Señalización y control de trenes (ET-12), Telecomunicaciones (ET-13), Puertas de andén (ET-16), Sistema de Alimentación eléctrica (ET-18), Superestructura de vía (ET-22), CCO (T-23)
E15(v1)	BIM (ET-21)

- Subetapa 2.5: Programa de Obra y Flujo de Inversiones

El objetivo en esta subetapa es obtener un plan básico de obras y un flujo inicial de inversiones, conforme a la información e indicaciones de la siguiente especificación técnica:

Tabla 5. Especificación técnica base de la Subetapa 2.5

Especificación técnica	Descripción
ET-27(v1)	Programación de obras y flujo de inversiones

- Subetapa 2.6: CAPEX y OPEX

El objetivo en esta subetapa es obtener los costos de inversión, operación y mantenimiento, y además una propuesta de organización de la operación y mantenimiento de acuerdo con las siguientes especificaciones técnicas:

Tabla 6. Especificaciones técnicas base de la Subetapa 2.6

Especificación técnica	Descripción
ET-26(v1)	Costos de inversión (CAPEX)
ET-28(v1)	Costos de operación (OPEX)
ET29(v1)	Evaluación Beneficio / Costos

- Subetapa 2.7: Desarrollo inicial de los componentes financieros, legales y de riesgos

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

El desarrollo inicial de estos componentes se describe en los numerales siguientes.

### 2.1.2.2. Componente legal

En el componente legal se desarrollarán las siguientes actividades:

#### a) Objetivo No. 1: Revisión de experiencias internacionales:

Realizar el análisis legal comparativo de como mínimo ocho (8) experiencias internacionales respecto a la contratación e implementación de sistemas metroferroviarios de pasajeros de condiciones similares a la L2MB, cuya operación haya sido adelantada mediante esquemas públicos, privados o mixtos. Este análisis deberá contener, entre otras, la identificación de las ventajas y desventajas contractuales, los problemas relevantes en materia legal, regulatoria, fiscal y contractual, que se hayan presentado en contrataciones de este tipo y los mecanismos que se emplearon para evitar o mitigar estos problemas.

#### ❖ Marco de tiempo de la revisión

Desde 1991, considerando un rango de 30 años buscando experiencias más recientes en el mercado mundial. Se hará especial énfasis en proyectos financiados por banca multilateral y en proyectos de metro pesado.. Así mismo, se buscarán experiencias en distintos continentes, identificando proyectos relevantes en cada uno de ellos.

#### ❖ Descripción del desarrollo de las actividades y sus tareas asociadas

Tabla 7. Fase 2 - Componente legal - Actividades y tareas del Objetivo No. 1

No.	Actividad	Tarea asociada	Inicio	Finalización / Días a partir del Acta de Inicio	Fecha de entrega a EMB
1	Obtención de los contratos de los proyectos relevantes (concesión, obra pública, etc.). (Esta lista de contratos se revisará conjuntamente con el componente financiero para revisar conjuntamente las mismas fuentes de información).	Gestión de redes internacionales de abogados (i.e: Lex Mundi, WSG, Red Garrigues) y open data. Revisión de fuentes públicas de información. Coordinación con Procolombia, Cámaras y otras redes.	Desde la fecha del Acta de Inicio	40	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia
2	Revisión, consolidación y organización de la información relevante de cada proyecto (tipología contractual, etapas,	Definición de formato estándar para consolidación de la información (información	Desde la fecha del Acta de Inicio	70	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

	esquema de remuneración, distribución general de riesgos, etc.).	básica que compartan varios contratos).			
3	Revisión de las conclusiones y recomendaciones que puedan surgir fruto de los datos identificados.	Organización de la información bajo metodologías de estadística descriptiva básica.	Desde la fecha del Acta de Inicio	101	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia

#### b) Objetivo No. 2: Revisión de experiencias nacionales

Realizar el análisis legal de las experiencias nacionales más recientes en proyectos ferroviarios.

##### ❖ Marco de tiempo de la revisión

Desde 1991, considerando un rango de 30 años a partir de la expedición de la Constitución de 1991 con la excepción del Metro de Medellín.

##### ❖ Descripción del desarrollo de las actividades y sus tareas asociadas

Tabla 8. Fase 2 - Componente legal - Actividades y tareas del Objetivo No. 2

No.	Actividad	Tarea asociada	Inicio	Finalización / Plazo (días) desde el Acta de Inicio	Fecha de entrega a EMB
1	Revisión de antecedentes desde la perspectiva de la Red Férrea Nacional.	Revisión, consolidación y organización de la información relevante de cada proyecto (tipología contractual, etapas, esquema de remuneración, distribución general de riesgos, etc.). Revisión de las conclusiones y recomendaciones que puedan surgir fruto de los datos identificados.	Desde la fecha del Acta de Inicio	80	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia
2	Revisión de antecedentes en el Metro de Medellín	Revisión, consolidación y organización de la información relevante de cada proyecto (tipología contractual, etapas, esquema de remuneración, distribución general de riesgos, etc.).	Desde la fecha del Acta de Inicio	80	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

		Revisión de las conclusiones y recomendaciones que puedan surgir fruto de los datos identificados.			
4	Revisión de antecedentes en la PLMB (incluyendo su estructuración inicial subterránea y la estructuración que finalmente fue adjudicada) y en el Regiotram de Occidente	Revisión, consolidación y organización de la información relevante de cada proyecto (tipología contractual, etapas, esquema de remuneración, distribución general de riesgos, etc.). Revisión de las conclusiones y recomendaciones que puedan surgir fruto de los datos identificados.	Desde la fecha del Acta de Inicio	80	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia
5	Revisión de contratos de obra y mantenimiento del Sistema Ferroviario Central	Revisión, consolidación y organización de la información relevante de cada proyecto (tipología contractual, etapas, esquema de remuneración, distribución general de riesgos, etc.). Revisión de las conclusiones y recomendaciones que puedan surgir fruto de los datos identificados.	Desde la fecha del Acta de Inicio	80	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia
6	Revisión de los recientes contratos de provisión y operación de TransMilenio	Revisión, consolidación y organización de la información relevante de cada proyecto (tipología contractual, etapas, esquema de remuneración, distribución general de riesgos, etc.). Revisión de las conclusiones y recomendaciones que puedan surgir fruto de los datos identificados.	Desde la fecha del Acta de Inicio	80	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia
7	Revisión de hallazgos realizados por la Contraloría General de la República o las Contralorías Territoriales en proyectos metroferroviarios.	Identificación de aspectos a ser considerados en la estructuración de este proyecto considerando los hallazgos y/o procesos de responsabilidad fiscal en curso sobre los proyectos metroferroviarios antes señalados y que sirvan de	Desde la fecha del Acta de Inicio	110	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO
ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001_V0 (Vol. 1 de 5)

		experiencia para regular aspectos en la estructuración de este proyecto.			
--	--	--	--	--	--

### c) Objetivo No. 3: Revisión del marco jurídico del Proyecto

Identificar en el marco jurídico de todo orden (Nacional, Distrital o cualquier otro, e independientemente de la materia que se trate) y en todos los aspectos, incluyendo pero sin limitarse a aspectos tributarios, ambientales, sociales, prediales, presupuestales la normatividad aplicable a la estructuración de los procesos y a la celebración y ejecución de los contratos del Proyecto, incluyendo la interventoría; así como las conclusiones y recomendaciones respecto del cumplimiento del artículo 7, 8 y 9 de la Ley 1682 de 2013.

#### ❖ Descripción del desarrollo de las actividades y sus tareas asociadas

Tabla 9. Fase 2 - Componente legal - Actividades y tareas del Objetivo No. 3

No.	Actividad	Tarea asociada	Inicio	Finalización / Plazo (días) desde el Acta de Inicio	Fecha de entrega a EMB
1	Revisión de aspectos relevantes en el marco constitucional	Revisión de normas relevantes en temas de transporte, ferroviarios, tributarios, ambientales, sociales, prediales, gestión de redes, presupuestales y sobre asignación de riesgos.	Desde la fecha del Acta de Inicio	80	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia
2	Revisión de aspectos relevantes en el marco legal	Revisión de normas relevantes en temas de transporte, ferroviarios, tributarios, ambientales, sociales, prediales, gestión de redes, policivos, presupuestales y sobre asignación de riesgos.	Desde la fecha del Acta de Inicio	80	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia
3	Revisión de aspectos relevantes en el marco reglamentario y regulatorio	Revisión de normas relevantes en temas de transporte, ferroviarios, tributarios (a nivel nacional y distrital), ambientales, sociales, prediales, gestión de redes, policivos, presupuestales y sobre asignación de riesgos. Esto incluye, la revisión de documentos que fijen pautas para el desarrollo de proyectos o contrataciones, tales como	Desde la fecha del Acta de Inicio	80	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

		contratación a poblaciones específicas y políticas de transparencia.			
4	Revisión de documentos de política pública (CONPES)	Revisión de documentos de política pública en temas de transporte, ferroviarios, tributarios, ambientales, sociales, prediales, gestión de redes, presupuestales y sobre asignación de riesgos.	Desde la fecha del Acta de Inicio	80	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia
5	Revisión de normas distritales relevantes sobre los sistemas de transporte masivo y proyectos metroferroviarios	Competencias territoriales (EMB, TMSA, etc.), titularidad del subsuelo, integración del Proyecto con el sistema SITP y revisión de aspectos relevantes bajo el Plan de Desarrollo Distrital. Así como la normativa relacionada en Medellín y del funcionamiento de la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá	Desde la fecha del Acta de Inicio	80	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia

#### d) Objetivo No. 4: Análisis de la norma urbana

Efectuar el análisis de la norma urbana aplicable al Proyecto que incluya al menos los siguientes elementos: análisis de uso del suelo, tratamiento urbanístico, afectaciones ambientales, sociales, por infraestructura de servicios públicos, prediales, viales y por amenazas y riesgos.

#### ❖ Descripción del desarrollo de las actividades y sus tareas asociadas

Tabla 10. Fase 2 - Componente legal - Actividades y tareas del Objetivo No. 4

No.	Actividad	Tarea asociada	Inicio	Finalización / Días a partir del Acta de Inicio	Fecha de entrega a EMB
1	Revisión de aspectos relevantes en el POT	Revisión del POT e identificación de recomendaciones o comentarios relevantes para el Proyecto.	Desde la fecha del Acta de Inicio	90	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

2	Análisis de la norma urbana desde la perspectiva de la titularidad del subsuelo.	Revisión normativa y recomendaciones concretas para el Proyecto.	Desde la fecha del Acta de Inicio	80	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia
3	Análisis de la norma urbana desde la perspectiva del tratamiento urbanístico. Concentrándose en el tratamiento de renovación urbana, haciendo énfasis en la estructuración de proyectos que permitan la captura de valor (dentro del alcance del Contrato Interadministrativo y el contrato 56/2021).	Revisión normativa y recomendaciones concretas para el Proyecto.	Desde la fecha del Acta de Inicio	80	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia
4	Análisis de la norma urbana desde la perspectiva del componente ambiental y social.	Revisión normativa y recomendaciones concretas para el Proyecto; considerando los impactos que se puedan generar desde la perspectiva ambiental y social.	Desde la fecha del Acta de Inicio	80	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia
5	Análisis de la norma urbana desde la perspectiva de la interferencia con redes.	Revisión normativa y recomendaciones concretas para el Proyecto.	Desde la fecha del Acta de Inicio	80	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia
6	Análisis de la norma urbana desde la perspectiva de bienes de interés cultural.	Revisión normativa y recomendaciones concretas para el Proyecto.	Desde la fecha del Acta de Inicio	80	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia
7	Análisis de la norma urbana desde la perspectiva de transferencia de derechos de construcción y desarrollo.  Análisis de las condiciones de los inmuebles situados en las áreas de influencia	Revisión normativa e indicación de las recomendaciones concretas para el Proyecto.	Desde la fecha del Acta de Inicio	100	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

	del sistema metro y el análisis de posibles mecanismos de captura de valor (dentro del alcance del Contrato Interadministrativo y el contrato 56/2021) para la financiación del Proyecto Metro, identificación de instrumentos de financiación, de acuerdo con el alcance de la asesoría.				
8	Elaborar, en conjunto con el componente técnico, el análisis de las necesidades de gestión predial del Proyecto.	Entregable por desarrollar de manera conjunta con el asesor técnico. De igual forma, se buscará tener certeza del alcance de la gestión predial para la obtención del aval técnico en el tiempo establecido.	Desde la fecha del Acta de Inicio	405	20 de octubre de 2022 con el Entregable 13

**e) Objetivo No. 5: Análisis de permisos y aprobaciones**

Identificar las aprobaciones, trámites administrativos, licencias, permisos y/o autorizaciones requeridas para el desarrollo del Proyecto, incluyendo entre otros, aquellos asuntos relacionados con temas presupuestales, ambientales y sociales, analizando la asignación eficiente de obligaciones con base en los proyectos identificados en el Benchmark (entendido este como el análisis de experiencias internacionales en proyectos similares).

❖ **Descripción del desarrollo de las actividades y sus tareas asociadas**

Tabla 11. Fase 2 - Componente legal - Actividades y tareas del Objetivo No. 5

No.	Actividad	Tarea asociada	Inicio	Finalización / Días a partir del Acta de Inicio	Fecha de entrega a EMB
1	Revisión de permisos y/o aprobaciones desde la perspectiva presupuestal.	Revisión del convenio de cofinanciación y apoyo en el cronograma definido conjuntamente entre EMB y la Nación para obtener las respectivas aprobaciones	Desde la fecha del Acta de Inicio	360 (considerando que el cronograma actual estima que el convenio de cofinanciación	12 de agosto de 2022 (considerando que el cronograma actual estima



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

		presupuestales (i.e. declaratoria de importancia estratégica del proyecto, aprobación de vigencias futuras nacionales y/o distritales, comparador público privado, asignación de riesgos y plan de aportes al Fondo de Contingencias).		será suscrito aproximadamente en julio de 2022)	que el convenio de cofinanciación será suscrito aproximadamente en julio de 2022).
2	Revisión de permisos y/o aprobaciones desde la perspectiva ambiental social y de seguridad y salud en el trabajo (SST)	Revisión de permisos, autorizaciones, licencias y/o concesiones ambientales requeridas para la ejecución del Proyecto. Revisión preliminar sobre la necesidad de adelantar consultas previas. Revisión de principios o normas internacionales que sea relevante y/o conveniente incluir desde la estructuración del Proyecto.	Desde la fecha del Acta de Inicio	110 (esta será una identificación preliminar que podrá ajustarse y complementarse según el avance en los insumos técnicos de diseño).	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia
3	Revisión de permisos y/o aprobaciones desde la perspectiva predial y urbanística.	Revisión de permisos y/o autorizaciones urbanísticas requeridas para la ejecución del Proyecto.	Desde la fecha del Acta de Inicio	110 (esta será una identificación preliminar que podrá ajustarse y complementarse según el avance en los insumos técnicos de diseño).	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia
4	Revisión de permisos y/o autorizaciones y/o convenios que podrían ser requeridos desde la perspectiva de la interferencia con redes.	Revisión de posibles stakeholders (EAAB, Codensa, ETB, Claro, etc.) y de los convenios y/o acuerdos que sean relevantes en el marco de la estructuración del Proyecto.	Desde la fecha del Acta de Inicio	110 (esta será una identificación preliminar que podrá ajustarse y complementarse según el avance en los insumos técnicos de diseño).	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia
5	Revisión de permisos y/o autorizaciones desde la perspectiva de hallazgos	Revisión del marco normativo de los permisos y/o aprobaciones que pueden ser requeridos desde	Desde la fecha del Acta de Inicio	110 (esta será una identificación preliminar que	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

	arqueológicos que sean relevantes para el proyecto.	la perspectiva de los hallazgos arqueológicos.		podrá ajustarse y complementarse según el avance en los insumos técnicos de diseño).	Diligencia
6	Revisión de benchmark	Análisis de la asignación de obligaciones con base en experiencias internacionales en proyectos similares.	Desde la fecha del Acta de Inicio	110 (esta será una identificación preliminar que podrá ajustarse y complementarse según el avance en los insumos técnicos de diseño).	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia

#### f) Objetivo No. 6: Mapa de riesgos

Elaborar un mapa de riesgos jurídicos y judiciales asociados a la etapa de estructuración del Proyecto, así como aquellos propios de la contratación y ejecución, considerando las garantías necesarias para su mitigación, analizando la asignación eficiente de riesgos con base en los proyectos identificados en el Benchmark.

#### ❖ Descripción del desarrollo de las actividades y sus tareas asociadas

Tabla 12. Fase 2 - Componente legal - Actividades y tareas del Objetivo No. 6

No.	Actividad	Tarea asociada	Inicio	Finalización / Días a partir del Acta de Inicio	Fecha de entrega a EMB
1	Identificación de riesgos relevantes para este proyecto y de experiencias en litigios relevantes sobre los mismos.	Revisión de la lista de riesgos que deben considerarse en el proyecto teniendo en cuenta su alcance y el input del equipo de diseño.	Desde la fecha del Acta de Inicio	173	20 de octubre de 2022 con Entregable 17
2	Revisión sobre flexibilidad en la asignación de riesgos bajo el marco normativo vigente.	Revisión sobre los documentos CONPES vigentes y su obligatoriedad o margen de discrecionalidad con el que se cuenta para asignar los riesgos en este Proyecto.	Desde la fecha del Acta de Inicio	173	20 de octubre de 2022 con Entregable 17

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

3	Participar en la consolidación de la matriz de riesgos del Proyecto.	Este entregable se trabajará conjuntamente con el Especialista en Riesgos.	Desde la fecha del Acta de Inicio	173	20 de octubre de 2022 con Entregable 17
4	Realizar recomendaciones sobre la asignación de riesgos de la mano con el Especialista en Riesgos y los componentes técnicos y financieros.	Este entregable se trabajará juntamente con el Especialista en Riesgos.	Desde la fecha del Acta de Inicio	173	20 de octubre de 2022 con Entregable 17
5	Apoyo en la preparación del documento CONPES que declara de importancia estratégica el proyecto.	Este entregable se trabajará juntamente con el Especialista en Riesgos.	Desde la fecha del Acta de Inicio	210 (considerando que el cronograma actual estima que el borrador de documento CONPES será preparado en marzo de 2022)	20 de marzo de 2022

**g) Objetivo No. 7: Normas aplicables a las obligaciones del contratista, de la interventoría y del PMO**

Identificar la normatividad aplicable a las obligaciones de los contratistas, así como los factores de riesgo y limitaciones para el cumplimiento de los objetos contractuales, y sus mecanismos de mitigación, incluyendo garantías, bajo la normativa vigente y las buenas prácticas del mercado.

❖ **Descripción del desarrollo de las actividades y sus tareas asociadas**

Tabla 13. Fase 2 - Componente legal - Actividades y tareas del Objetivo No. 7

No.	Actividad	Tarea asociada	Inicio	Finalización / Días a partir del Acta de Inicio	Fecha de entrega a EMB
1	Revisión del marco legal del contratista.	Revisión de normas de obligatoria inclusión en el respectivo contrato y de aquellas que sea conveniente incluir desde una perspectiva de autonomía de la voluntad y de mitigación de riesgos.	Desde la fecha del Acta de Inicio	101 (descripción general)  707 (versión final que hará parte del	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia  22 de agosto de 2023 con el entregable 24

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

				respectivo Contrato)	
2	Hoja de términos del (los) contrato(s) para la ejecución del Proyecto	Confección de una hoja de términos para el mercado que contenga las condiciones generales del (los) contrato(s) para la implementación del Proyecto	Desde la fecha del Acta de Inicio	191 (Hoja de Términos preliminar)  244 (versión actualizada de la Hoja de Términos)	24 de febrero de 2022 con la versión preliminar de la hoja de términos  20 de febrero de 2023 con el entregable 22
3	Revisión del marco legal de la interventoría.	Revisión de normas de obligatoria inclusión en el respectivo contrato, para lo cual se realizará una evaluación previa de la ley del contrato.  Así mismo, se analizarán aquellas normas que sea conveniente incluir desde una perspectiva de autonomía de la voluntad y de mitigación de riesgos.	Desde la fecha del Acta de Inicio	191 (descripción general)  527 (versión final que hará parte del respectivo Contrato)	24 de febrero de 2022 con la versión preliminar de la hoja de términos  20 de diciembre de 2023 con el entregable 23
4	Revisión del marco legal del PMO.	Revisión de normas de obligatoria inclusión en el respectivo contrato, para lo cual se realizará una evaluación previa de la ley del contrato.  Así mismo, se analizarán aquellas normas que sea conveniente incluir desde una perspectiva de autonomía de la voluntad y de mitigación de riesgos.	Desde la fecha del Acta de Inicio	101 (descripción general)  496 (versión final que hará parte del respectivo Contrato)	20 de diciembre de 2021 con la Debida Diligencia  20 de enero de 2023 con el entregable 21

**h) Objetivo No. 8: Revisión general de procesos judiciales**

Identificar y analizar todos los procesos judiciales que versen sobre el corredor o tramos del mismo. Se debe hacer una evaluación específica de cada uno de los procesos judiciales para evaluar su impacto en la estructuración e implementación del Proyecto.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

❖ **Descripción del desarrollo de las actividades y sus tareas asociadas**

Tabla 14. Fase 2 - Componente legal - Actividades y tareas del Objetivo No. 8

No.	Actividad	Tarea asociada	Inicio	Finalización / Días a partir del Acta de Inicio	Fecha de entrega a EMB
1	Revisión de cuarto de datos que suministre EMB sobre los procesos judiciales en curso.	Revisión general de los procesos judiciales que tengan por objeto directo impedir la ejecución del Proyecto.	Desde la fecha del Acta de Inicio	101	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia
2.	Comentarios y recomendaciones.	Análisis y comentarios generales sobre el estado y los riesgos derivados del proceso judicial.	Desde la fecha del Acta de Inicio	101	20 de diciembre de 2021 con el Entregable 2 de Debida Diligencia

Adicionalmente, dentro de esta fase el Equipo Legal de la Asesoría llevará a cabo las siguientes actividades de manera transversal y en apoyo a los demás componentes de la estructuración:

- Definición de la matriz de riesgo cualitativa, en la cual se participará desde el punto de vista jurídico en su construcción, haciendo análisis preliminares sobre los riesgos asociados a la ejecución del Proyecto, sus posibles medidas de mitigación y asignación de los mismos.
- Definición del esquema de integración tarifaria, lo cual será necesario para determinar la fuente de los recursos (i.e. Fondo de Estabilización Tarifaria).
- Definición de la primera hipótesis del esquema de la transacción, la cual será el resultado de un análisis interdisciplinario preliminar de las principales ventajas y desventajas de las principales alternativas con las cuales se cuenta, tales como Asociación Público Privada (APP), Obra Pública o Contrato de Concesión bajo Ley 80.

### 2.1.2.3. Componente financiero y de riesgos

De acuerdo con la Resolución 20203040013685 del Ministerio de Transporte, las entregas por realizar desde el componente financiero y de riesgos se muestran a continuación:

- Definición del esquema de transacción preliminar. El Asesor realiza un proceso de identificación de todos los posibles esquemas de la transacción aplicables al proyecto, así como los criterios a considerar en la matriz multicriterio. Asimismo, se realizarán talleres con la EMB con el fin de obtener retroalimentación sobre los esquemas y criterios propuestos, así como tener en cuenta su visión y experiencia para la definición de una

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

lista corta de esquemas de la transacción. A partir de esta lista corta, la información recolectada de la debida diligencia técnica, legal, financiera y riesgos, y los estudios y análisis que se están llevando a cabo de forma paralela para el aval fiscal y técnico, el Asesor brindará una recomendación sobre el esquema de la transacción más adecuado y viable para la ejecución del proyecto. La metodología para la definición de este esquema de transacción preliminar se profundiza en el numeral 3.5.2.2.

- Acuerdo en las cifras y dimensionamiento inicial que se presenten en el sondeo inicial de mercado, las cuales serán insumo para contar con el aval fiscal y técnico. Para este acuerdo se requerirá la elaboración de una herramienta financiera, elaborada a partir de la información técnica disponible, y así mismo se validará con el mercado el esquema de la transacción ya estudiada.
- Primer acercamiento con actores del mercado. A partir de la herramienta financiera, el esquema de transacción preliminar, y la elaboración y publicación de una Hoja de Términos preliminar del Proyecto, se realizarán interacciones con actores del mercado con el fin de recibir retroalimentación respecto a la estructura de transacción propuesta y poder validar su viabilidad. Producto de esta ronda se obtendrá el esquema de la transacción final. Para llevar a cabo esta actividad, el Asesor desarrollará un teaser y una presentación tipo roadshow, realizará sondeos del mercado para determinar apetitos de interés y se programarán reuniones con los interesados para mostrar los principales hitos del proyecto y necesidades de capital. Dentro de los grupos contactados estarán: bancos comerciales, bancos multilaterales, entidades financieras, aseguradoras, constructoras, proveedores de material rodante, fondos de capital privado, entre otros actores interesados en el Proyecto.
- Ajuste de la herramienta financiera, a partir de los resultados del sondeo de mercado mencionado previamente -que podrán incluir cambios al esquema de transacción y a su vez la validación de este por parte de la EMB y las altas instancias de la administración distrital- y actualizaciones de los estudios técnicos. Adicionalmente, a partir de los resultados del sondeo de mercado, y la debida diligencia financiera y legal, se realizará una recomendación sobre aquellas fuentes de financiación de mayor viabilidad para ser utilizadas en el Proyecto. Todos estos resultados servirán para la actualización de la herramienta financiera, la cual será utilizada para conseguir el aval técnico y fiscal.
- Definición de un esquema de integración tarifaria de la L2MB con otros modos de transporte. La integración debe tener en cuenta el esquema tarifario definido para Transmilenio, Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) y la PLMB con el fin de no afectar las tarifas de transbordo ni los contratos previamente definidos. Para ello, será necesario contar con análisis técnico y legal sobre los potenciales esquemas de integración tarifaria aplicable al Proyecto.
- Primera definición de una matriz cualitativa de riesgos, para lo cual se deberá realizar un análisis de riesgos y seguros preliminar. En el desarrollo de este análisis, el Equipo Financiero propone la realización y diligenciamiento de formularios de percepción de riesgos y paneles de expertos internos, los cuales serán insumos para elaborar la matriz de riesgos del Proyecto.
- Actualización de la evaluación socioeconómica, correspondiente al Entregable 16, la cual tomará como base la evaluación costo-beneficio realizada en la etapa de prefactibilidad del Proyecto. Se actualizará información de CAPEX, OPEX y cuantificación de beneficios en función de la profundización de los estudios técnicos. Esta evaluación pretende medir el aporte neto del Proyecto al bienestar de la sociedad, así como sus bondades

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

para la economía en su conjunto. De esta forma, se determinará la viabilidad económica del Proyecto en términos de cuántos beneficios le provee a la sociedad en relación con los costos del mismo.

### 2.1.3. Fase 3 – Estudios y diseños para la estructuración

Esta fase tiene por objetivo, desde el componente técnico, finalizar los estudios y diseños de todas las disciplinas del Proyecto, para posteriormente definir las especificaciones técnicas y tratamientos requeridos para la o las contrataciones que permitan su diseño de detalle, construcción y operación, según las definiciones logradas en conjunto con los componentes financieros, legales y de riesgos. En este orden de ideas, los principales hitos se presentan a continuación.

Tabla 15. Hitos de la Fase 3

No. Hito	Descripción	Fecha de entrega a FDN	Fecha de entrega a EMB
3	Presentar los productos finales asociados a todas las especificaciones técnicas contenidas en el Apéndice 1 (a más tardar en el mes 14 contados desde el acta de inicio) en el marco de la Ley 1955 de 2019 y la Resolución 20203040013685 del Ministerio de Transporte	26 de septiembre de 2022	20 de octubre del 2022 con los Entregables 12, 13, 14, 15 y 16

Con el fin de dar cumplimiento a este hito, la Asesoría deberá desarrollar las siguientes actividades:

#### 2.1.3.1. Componente técnico

En esta Fase 3 corresponde a la profundización de los diseños en el detalle requerido para la elaboración de las especificaciones técnicas para los distintos prepliegos y pliegos del Proyecto.

Esta profundización es la continuidad a las actividades de la ingeniería de factibilidad para el aval técnico realizada en la Fase 2.

La Fase 3 se desarrollará en las siguientes subetapas, en las cuales se elaborarán los entregables y especificaciones técnicas correspondientes:

- ❖ Subetapa 3.1: Actualización del plan de diseño; en esta subetapa se actualizará, si corresponde:

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Parámetros de diseño
  - Diseños básicos actualizados
  - Dimensionamientos de equipos, recintos, edificios.
  - Estimación de cantidades y presupuesto de obra
  - Especificaciones funcionales y técnicas
  - Recomendaciones
- ❖ Subetapa 3.2: Finalización de los diseños para la etapa de estructuración

En esta subetapa se desarrollarán los entregables, cuyas fechas de entrega se muestran en el Cronograma presentado en el Anexo 1:

- E6: Interferencia con redes de servicios (ET-09), Diseño geométrico vial (ET-07), Geotecnia y pavimentos (ET-10), Material Rodante (ET-17), Diseño geométrico sistema metro (ET-20).
- E7: Programa de operación Preliminar (ET-02), Plan de mantenimiento preliminar (PMP)
- E8: Proyecto de túnel (ET-8)
- E9: Estructuras (ET-11)
- E10: Estaciones y edificios (ET-10)
- E11: Urbanismo y paisajismo (ET-08), Patio y talleres (ET-19)
- E12: Tránsito y PCAD (ET-03)
- E13: Estudio Predial (ET-04), Estudio de Impacto Ambiental y Social (ET-05)
- E14: RAMS (ET-14), Señalización y control de trenes (ET-12), Telecomunicaciones (ET-13), Puertas de andén (ET-16), Sistema de Alimentación eléctrica (ET-18), Superestructura de vía (ET-22), CCO (T-23)
- E15: BIM (ET-21)

- ❖ Subetapa 3.3: Actualización CAPEX, OPEX

Corresponde al flujo de inversiones y cronograma; en esta subetapa se ejecutarán los siguientes entregables y especificaciones técnicas:

- E16: Costos de inversión (ET-26), Programa de obras y flujo inversiones (ET-27), Costos de operación OPEX (ET-28), Evaluación B/C (ET-29).

- ❖ Subetapa 3.4: Desarrollo de los componentes financieros legales y de riesgos

En esta subetapa se desarrollarán los siguientes entregables y sus respectivas especificaciones técnicas:

- E17: Matriz de Riesgos y contingencias, Esquema de asignación de riesgos
- E18: Tratamiento riesgos asegurables y no asegurados, Análisis condiciones de mercado
- E19: Estructuración programa de seguros y garantías
- E20: Modelo financiero y análisis de escenarios y viabilidad financiera y jurídica del proyecto, Diseño e implementación de la estructura de la transacción y viabilidad jurídica



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

### 2.1.3.2. Componente legal

A lo largo de esta fase, no obstante que el Equipo Legal de la Asesoría no tenga entregables y objetivos asignados en su Apéndice 2, igualmente se realizará un acompañamiento y apoyo transversal a los demás componentes desde la perspectiva legal, en la consecución de sus objetivos.

### 2.1.3.3. Componente financiero

Durante esta fase, y previo al acuerdo de cofinanciación, se realizará un segundo acercamiento con actores de mercado a fin de generar interés en el Proyecto y mantenerlos actualizados en cuanto al avance y desarrollo de la estructuración. Adicionalmente, esto puede servir para ir afinando costos asociados a la financiación y demás garantías que se requieran, así como para actualizar la hoja de términos (*termsheet*) inicial.

Adicionalmente, se empleará la herramienta financiera, desarrollada para el aval técnico y fiscal, para proporcionar las cifras resultantes del proyecto, las cuales servirán de base para la elaboración del documento CONPES de importancia estratégica del Proyecto. De igual manera, esta herramienta financiera permitirá establecer los montos de vigencias necesarios para el proyecto con su respectiva distribución Nación / Distrito, lo cual será un insumo para el desarrollo del acuerdo de cofinanciación.

Por otro lado, el Asesor desarrollará otras herramientas financieras, las cuales tienen como propósito modelar las necesidades de financiación por parte de la EMB -en caso que se requiera- y la remuneración del esquema de contratación, las cuales se complementarán con la actualización de los diferentes estudios técnicos y legales.

Así mismo, la Asesoría tiene contemplado celebrar reuniones y socializaciones con las distintas entidades (EMB, Ministerio de Hacienda, Secretaría Distrital de Hacienda), lo cual permitirá obtener victorias tempranas, tales como contar con tiempos de aprobación más cortos, garantizar la alineación de las distintas actividades y la consecución del aval fiscal y técnico para la fecha prevista.

### 2.1.4. Fase 4 - Estructuración integral

Durante esa fase se realizarán los análisis y estudios requeridos en los componentes técnicos, legales, financiero y de riesgos, que permitan valorar las condiciones del Proyecto, y de esta forma acompañar a EMB en la estructuración del modelo de transacción para la ejecución del mismo en sus fases de ingeniería de detalle, construcción de obras, fabricación y montajes de equipos de los sistemas y subsistemas, pruebas y puesta en marcha del sistema, y operación y mantenimiento, así como en la elaboración integral de todos los documentos requeridos para llevar a cabo los procesos de selección que se determinen para lograr el alcance del Proyecto

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

(contrato (s) principal (es)) y de los demás contratos derivados y complementarios necesarios para su ejecución. A continuación se presentan los principales hitos de esta fase:

Tabla 16. Hitos de la fase 4

No. Hito	Descripción	Entrega Asesoría a FDN Días a partir del Acta de Inicio	Fecha de entrega a FDN	Fecha de entrega a EMB
4	Presentar la información y el sustento necesario para elaborar el CONPES que declare la importancia estratégica del Proyecto	210	18 de febrero del 2022	22 de marzo del 2022
5	Entregar la propuesta de convenio de cofinanciación del Proyecto	336	21 de julio del 2022	21 de julio del 2022
6	Entregar todos los documentos requeridos para abrir el proceso de precalificación para el o los contratos principales para la ejecución del Proyecto en caso de que se tome la decisión de adelantar este proceso	527	20 de enero del 2023	20 de febrero del 2023
7	Entregar todos los documentos requeridos para abrir la o las licitaciones de el o los contratos principales para la ejecución del Proyecto	587	19 de julio del 2023	22 de agosto del 2023
8	Adjudicar el o los contratos principales para la ejecución del Proyecto	810	20 de noviembre del 2023	20 de noviembre del 2023

A partir de lo mencionado anteriormente, y con miras de cumplir las fechas establecidas en el cronograma de cofinanciación, se irá trabajando de manera paralela en el informe de benchmark y análisis preliminar de riesgos y en la actualización de modelo para que en 7 meses contados desde el Acta de Inicio se pueda realizar la entrega de cifras que puedan ser relevantes para la elaboración del CONPES de importancia estratégica del Proyecto, y en el mes 11 se cuente con un avance importante en los análisis de viabilidad fiscal que sirvan para desarrollar la propuesta de convenio de cofinanciación.

Ahora bien, de acuerdo con la experiencia de la Asesoría en el desarrollo de este tipo de proyectos, se propone adelantar el entregable 20 correspondiente al modelo financiero, análisis de la viabilidad financiera, identificación de alternativas de transacción e implementación de la estructura para finales de noviembre del 2022 (mes 15 de la

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Asesoría), de forma que se pueda cursar las aprobaciones requeridas de acuerdo con el diseño de la transacción propuesta.

Adicionalmente, con la finalidad de poder llegar a la adjudicación del Proyecto en el mes 27 (contados a partir de la fecha de la firma del acta de inicio), los hitos 6 y 7, correspondientes a la entrega de documentos requeridos para abrir el proceso de preclasificación -en caso de que se tome la decisión de adelantarla- y entrega de documentos requeridos para abrir el proceso de licitaciones de o los contratos principales, se ejecutarán y entregarán antes de las fechas estipuladas en los Términos de Condiciones Contractuales (TCC), es decir, en los meses 17 y 19 correspondientemente. De igual forma, teniendo en cuenta que es un cronograma ambicioso y no presenta muchas holguras, es importante tener presente que habrán múltiples interacciones con distintas entidades, por lo cual, el éxito del Proyecto dependerá en cierta medida del cumplimiento de los tiempos previstos.

Finalmente, con el fin de dar cumplimiento a cada uno de estos hitos, la Asesoría deberá desarrollar durante esta cuarta fase las siguientes actividades:

#### 2.1.4.1. Componente técnico

Esta Fase 4, denominada Estructuración, tiene como objetivo realizar los análisis y estudios requeridos en los componentes técnicos, legales, financieros y de riesgos que permitan valorar las condiciones del proyecto.

La Fase 4 se desarrollará en las siguientes subetapas, en las cuales se elaborarán y/o actualizarán los entregables correspondientes:

##### ❖ Subetapa 4.1: Actualización y sustentación del diseño de transacción

En esta subetapa se actualizará si corresponde:

- Plan de gestión de riesgos
- Programa de seguros y garantías
- Definición del modelo de transacción
- Hojas de término.

Teniendo en cuenta lo indicados anteriormente para la actualización y sustentación del diseño de transacción, se interviene en los entregables siguientes:

E17: Matriz de riesgos y contingencia, esquema de asignación de riesgos

E18: Tratamiento de riesgos asegurables y no asegurables, Análisis condiciones de mercado

E19: Estructuración programa de seguros y garantías

E20: Modelo financiero y análisis de escenarios y viabilidad financiera y jurídica del proyecto, Diseño e implementación de la estructura de la transacción y viabilidad jurídica

##### ❖ Subetapa 4.2: Estudios previos

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

En esta subetapa se revisarán y desarrollarán lo correspondiente a los entregables

E21: Documentación PMO, Apéndices técnicos y prepliegos proceso PMO, Pliegos contrato PMO

E22: Documentación contrato principal, Apéndices técnicos y prepliegos proceso principal

E23: Documentación Interventoría, Documentación Auscultación, Apéndices técnicos y prepliegos proceso Interventoría, Apéndices técnicos y prepliegos proceso Auscultación

❖ Subetapa 4.3: Documentación técnica y Apéndices técnicos

En esta subetapa se revisarán y ejecutarán lo correspondiente a los entregables:

E21: Documentación PMO, Apéndices técnicos y prepliegos proceso PMO, Pliegos contrato PMO

E22: Documentación contrato principal, Apéndices técnicos y prepliegos proceso principal

E23: Documentación Interventoría, Documentación Auscultación, Apéndices técnicos y prepliegos proceso Interventoría, Apéndices técnicos y prepliegos proceso Auscultación

❖ Subetapa 4.4: Prepliegos y pliegos de condiciones técnicas

En esta subetapa se revisarán y ejecutarán lo correspondiente a los entregable

E21: Documentación PMO, Apéndices técnicos y prepliegos proceso PMO, Pliegos contrato PMO

E22: Documentación contrato principal, Apéndices técnicos y prepliegos proceso principal

E23: Documentación Interventoría, Documentación Auscultación, Apéndices técnicos y prepliegos proceso Interventoría, Apéndices técnicos y prepliegos proceso Auscultación

❖ Subetapa 4.5: Informe sobre el proceso de selección

En esta subetapa se revisará y ejecutará lo correspondiente al entregable E25 “Informe Final acompañamiento proceso selección”, en relación con:

- Respuestas técnicas y elaboración de adendas
- Cuarto de datos del proyecto
- Informe sobre las fases licitatorias

#### 2.1.4.2. Componente legal

Siguiendo el numeral 7.3 del Apéndice 2-Anexo 1, dentro de esta fase el Equipo Legal de la Asesoría llevará a cabo la elaboración de todos los documentos precontractuales para adelantar los diferentes procesos de selección para la adjudicación de los principales contratos del Proyecto, tales como los contratos de la ejecución del Proyecto, la interventoría, la auscultación y la PMO; esto incluye, entre otros, el proyecto de pliego de condiciones (prepliegos), los pliegos de condiciones definitivos, la minuta de los respectivos contratos, los estudios previos y los apéndices técnicos y anexos.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Adicionalmente, en esta fase el Equipo Legal de la Asesoría acompañará los respectivos procesos de selección para la implementación de la estructura de la transacción, incluyendo también el acompañamiento en las gestiones para la suscripción de los respectivos contratos y sus actas de inicio.

#### 2.1.4.3. Componente financiero y de riesgos

Durante esta fase, el Equipo Financiero deberá presentar el Entregable 20, que comprende cuatro componentes principales:

- A. Entregable 20.A: Corresponde al informe de identificación y análisis de las alternativas del diseño de la transacción, el cual consolidará todos los análisis y documentos efectuados en el ámbito financiero para la justificación del modelo de transacción adoptado para la ejecución del Proyecto. Es importante aclarar que el grueso de este entregable será desarrollado durante la Fase 2, para la obtención del aval técnico y fiscal. A partir de esa fecha, se realizarán precisiones y actualizaciones mínimas de acuerdo con los resultados de las iteraciones de mercado posteriores.
- B. Entregable 20.B: Corresponde a la implementación de la estructura de transacción, en el cual el Equipo Financiero realizará el pertinente acompañamiento a EMB en los distintos procesos de aprobación de los recursos, y realizará dos eventos de promoción “Road Show” (uno nacional y otro internacional) a partir de los insumos de los componentes técnico, legal, financiero y de riesgos.
- C. Entregable 20.C: Corresponde al modelo financiero y análisis de escenarios. Como se comentó anteriormente, la herramienta financiera se tendrá en la Fase 2 para la obtención del aval técnico y fiscal a partir de la información técnica disponible. Sin embargo, esta herramienta se irá ajustando a partir de las nuevas actualizaciones de la información técnica del Proyecto y los resultados de las diferentes iteraciones con el mercado. A partir de esta herramienta financiera, se realizarán diferentes análisis de sensibilidad, con el fin de evaluar el impacto financiero causado por variaciones en una o más variables (i.e., demanda, tarifas, ingresos no tarifarios, costos y gastos de construcción, entre otros).
- D. Entregable 20.D: Corresponde al análisis de la viabilidad financiera del Proyecto. Es importante resaltar que dentro de este entregable se encuentra la identificación y cuantificación de las fuentes de financiamiento, el cual se habrá desarrollado en gran medida durante la Fase 2 para la obtención del aval técnico y fiscal, sin embargo, este análisis será complementado durante la Fase 4, el cual a su vez será insumo para alimentar el modelo financiero (Entregable 20.C). Como resultado final de este entregable, el Asesor emitirá una recomendación sobre la viabilidad financiera del Proyecto y diseñará los mecanismos de mitigación de los riesgos asociados al mismo.

De igual manera, en esta fase el Equipo Financiero participará en la elaboración de todos los documentos precontractuales y contractuales necesarios para adelantar los procesos de selección requeridos para la implementación del Proyecto, y realizará un acompañamiento a EMB en las presentaciones de los documentos necesarios para adelantar dichos procesos.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Adicionalmente, se trabajará conjuntamente con el Especialista en Riesgos y con los componentes legales y técnicos para desarrollar las actividades relacionadas con los Entregables 17, 18 y 19. En todo caso, el detalle de estas actividades se abordará en el Entregable 1A - R1-Plan de Trabajo y Metodología Riesgos.

Por último, el Equipo Financiero brindará el acompañamiento en los aspectos financieros, en los diferentes procesos licitatorios del Proyecto que deba realizar EMB: respuesta a inquietudes y requerimientos, audiencias, modificaciones a los pliegos de condiciones, y firma y legalización de los contratos.

## **2.2. CRONOGRAMA RESUMEN DE LOS SERVICIOS**

El cronograma previsto para la ejecución del servicio se presenta resumidamente en las siguientes figuras, por hitos y por fases:

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

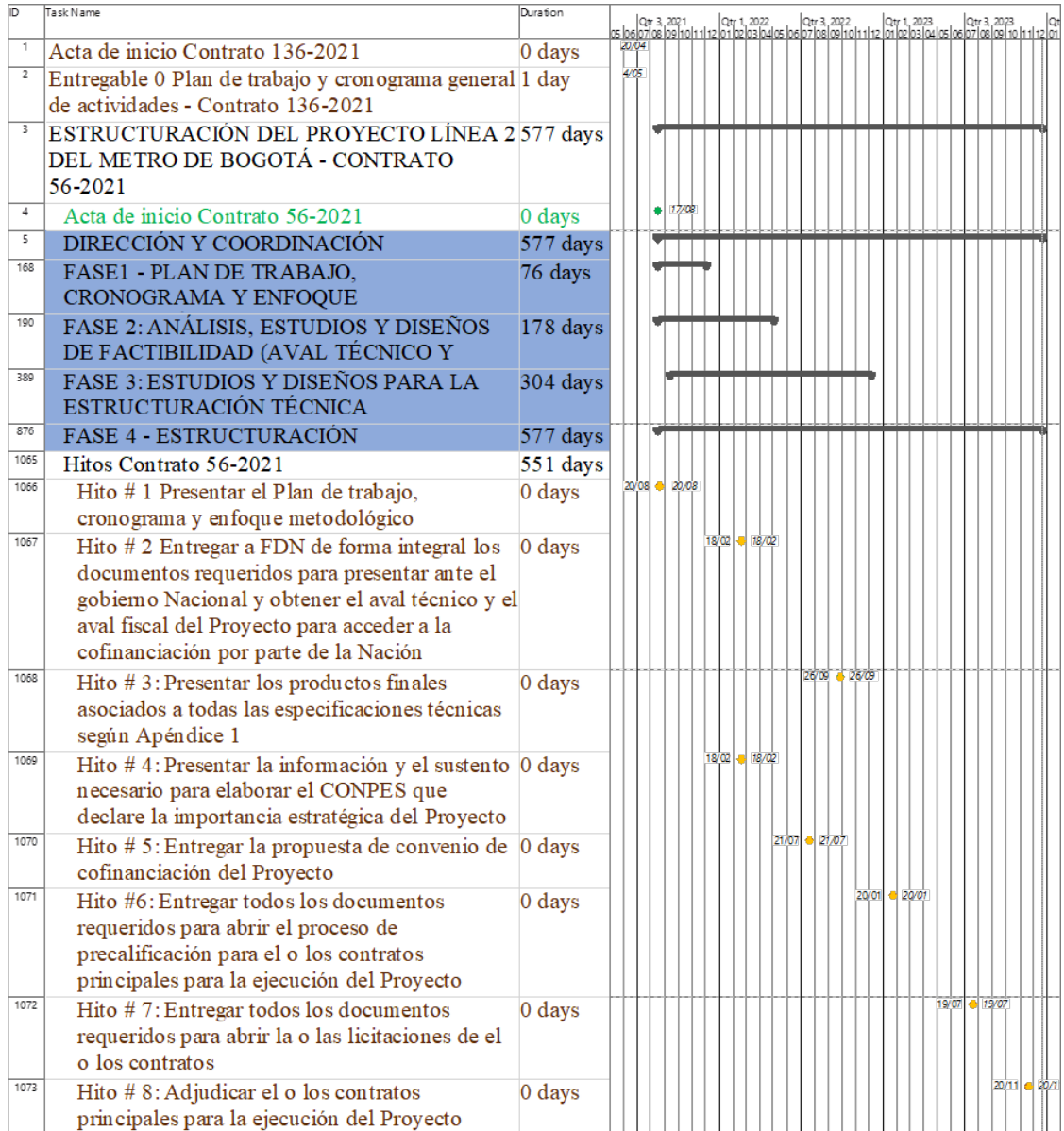


Figura 1. Cronograma resumen de los servicios - Hitos

Fuente: Elaboración propia

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

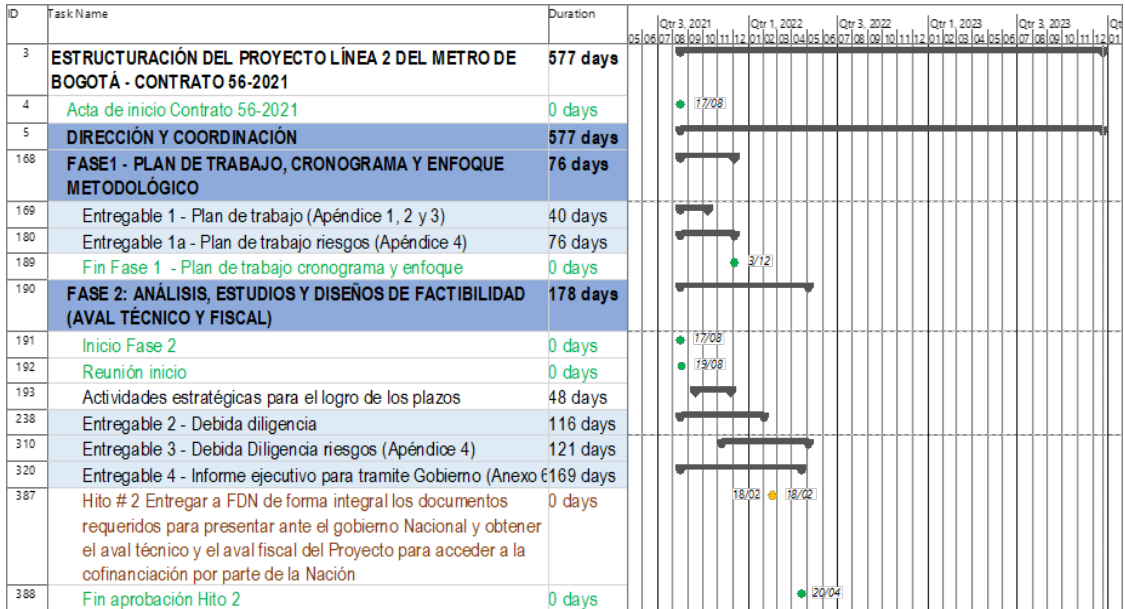


Figura 2. Cronograma resumen de los servicios - Fase 1 y Fase 2

Fuente: Elaboración propia

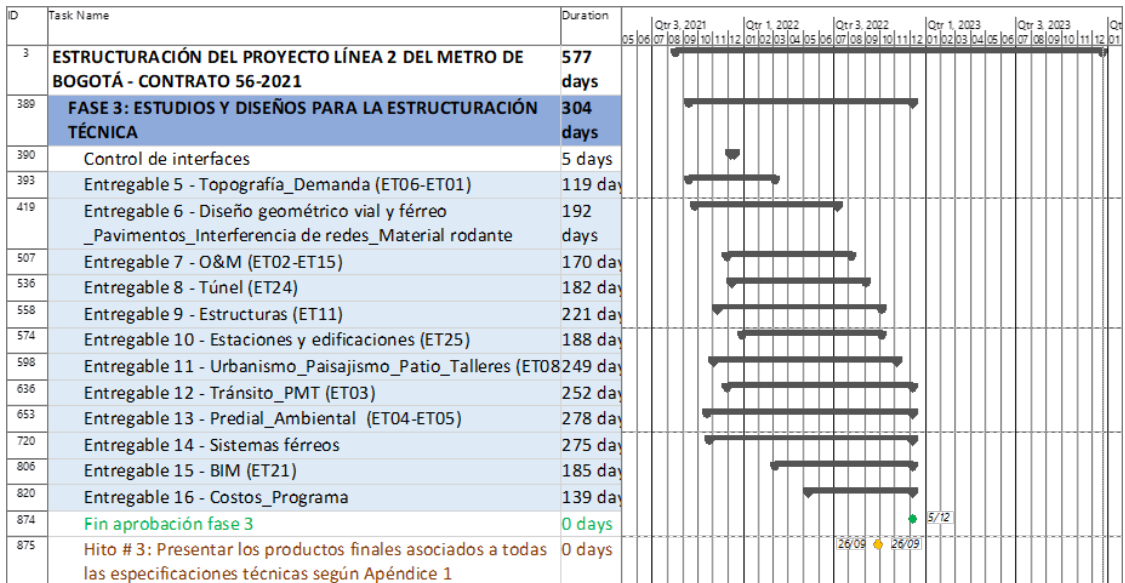


Figura 3. Cronograma resumen de los servicios - Fase 3

Fuente: Elaboración propia



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

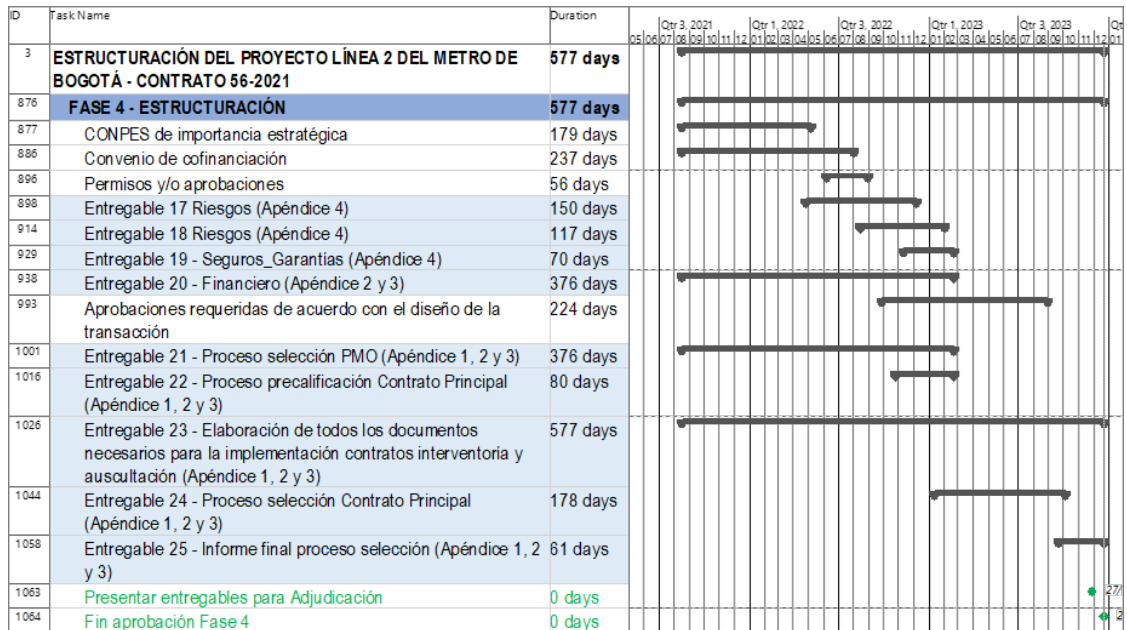


Figura 4. Cronograma resumen de los servicios - Fase 4  
Fuente: Elaboración propia

### 2.3. PLAN DE TRABAJO

A continuación se presenta el Plan de Trabajo para la globalidad de la Asesoría, con identificación, para cada subetapa, de los insumos necesarios, tareas principales por desarrollar y datos de salida previstos.

Esta metodología contempla los ajustes de cronograma frente a las bases del contrato, con el fin de poder lograr los hitos y objetivos establecidos para el Proyecto.

#### 2.3.1. Fase 1 - Planeación del Proyecto

La Fase 1 corresponde al arranque de los servicios y más precisamente a la elaboración y la entrega del Plan de Trabajo (Entregables 1 y 1A). Adicionalmente, en la misma se adelantará el Plan de Calidad del Proyecto aplicado a Geotecnia y Pavimentos especificado en la ET-10.

Sin embargo, consideramos que esta fase de planeación no solamente corresponde con la elaboración del Plan de Trabajo sino con la planeación, la organización y la anticipación de todas las actividades de la Asesoría. La mayoría

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

de estos elementos se materializan en el Plan de Trabajo, pero se debe abarcar esta etapa como una oportunidad para planificar el conjunto de los trabajos..

Los servicios arrancarán con la reunión de inicio del Proyecto, donde se compartirá y comentará tanto el contenido del Plan de Trabajo en sí, como el inicio de las distintas actividades de la Asesoría .

Cabe mencionar que el Plan de Trabajo ya cuenta con una consolidación evidente para poder lograr este hito. De hecho, en el marco de la preparación de la oferta se definieron numerosos lineamientos de este documento. Sobre este aspecto, se puede mencionar la división del trabajo en subetapas (presentadas a continuación) y en tareas detalladas y la identificación de los responsables de estas tareas, la movilización de los expertos, la revisión de los estudios previos, los contactos establecidos con los proveedores para la realización de los trabajos de campo y la elaboración de la lista de autorizaciones necesarias para entablar los trabajos de campo lo antes posible.

### 2.3.2. Fase 2 – Análisis, estudios y diseños de factibilidad (Aval técnico y fiscal)

El esquema siguiente presenta la organización de la Fase 2 y sus subetapas, así como el proceso de alimentación y retroalimentación de estas subetapas.

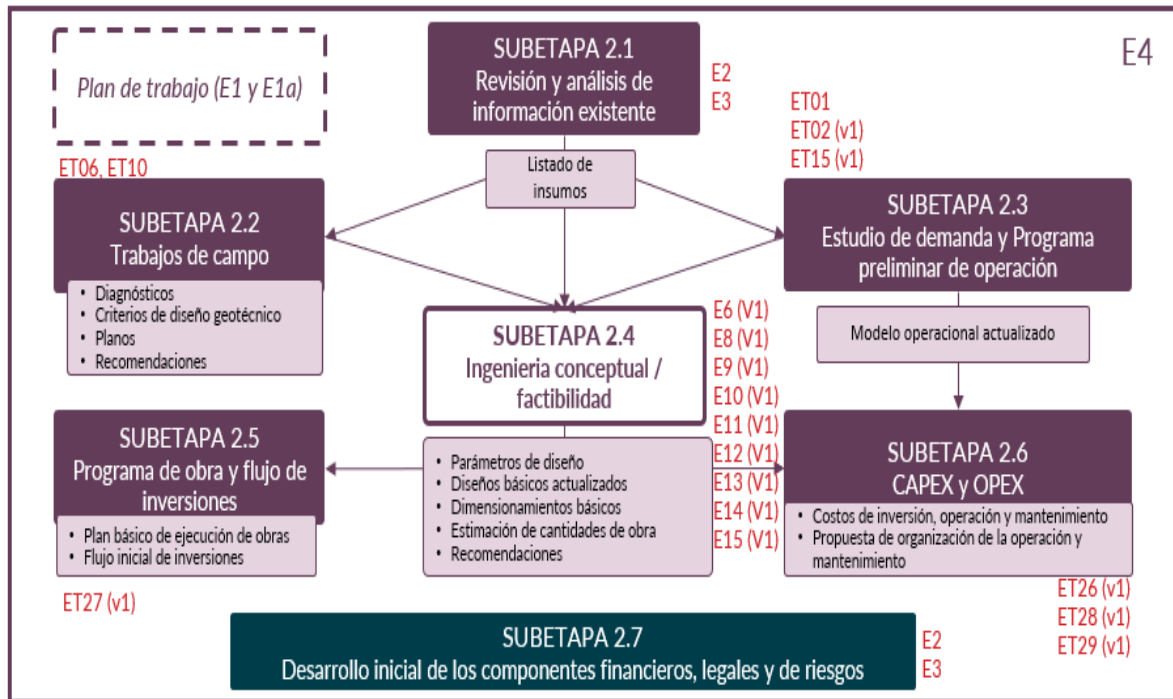


Figura 5. Subetapas de la Fase 2 e informaciones sobre su contenido / entregables

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Fuente: Elaboración propia

La Asesoría afinará con FDN y EMB el nivel de precisión y los detalles inherentes a la definición de fases y los hitos principales que se deben lograr dentro del alcance del Proyecto. En esta fase se obtendrán las bases con vista a la entrega del resumen ejecutivo y de los documentos necesarios para el proceso de aval técnico y fiscal.

#### Lección aprendida en el proceso de la estructuración de la Línea 1

Se encontraron dos problemáticas asociadas con la entrega de los insumos necesarios para el aval técnico y fiscal y para el CONPES en el marco de la estructuración de la Línea 1:

1. No se conocían los requisitos en detalle y el nivel de precisión requerido para la elaboración de estos documentos. En este sentido, y con vista a la redacción de estos capítulos, se requerirá desde el inicio de los servicios un acuerdo preciso entre la Asesoría y FDN/EMB sobre este aspecto.
2. El nivel del CAPEX indicado en estos documentos quedó fijado para el resto de los servicios. Así, es clave que se lleve a cabo una parte importante de los diseños, de tal manera que se realice una estimación consolidada y sea posible identificar las posibles variaciones que pueda sufrir.

Como fue mencionado anteriormente, se desarrolló una estrategia de producción que contempla optimizaciones al cronograma de referencia, de tal manera que se pueda ofrecer un sustento técnico mayor al finalizar esta 2ª fase.

Nuestra obligación es que se desarrollen actividades de ingeniería de factibilidad para aval técnico para el conjunto de disciplinas técnicas que lo permitan durante esta Fase 2, de tal manera que esta etapa se concluya con un sustento técnico adecuado para la presentación de los documentos que permitirán la instrucción del proceso de cofinanciamiento del Proyecto por parte de la Nación.

#### 2.3.2.1. Subetapa 2.1: Revisión y análisis de información existente

Insumos:

- Estudios y documentación relevante existentes
- Datos geotécnicos e hidráulicos
- Instrucciones técnicas adicionales de EMB respecto al proyecto y sus componentes, incluyendo aspectos provenientes del Estudio de Prefactibilidad
- Modelo de demanda de la Secretaría Distrital de Movilidad y conjunto de hipótesis y escenarios definidos en el previo Estudio de Prefactibilidad
- Proyecto de Traslado Anticipado de Redes (TAR)
- Normativas vigentes aplicables
- Cartilla de espacio público vigente
- Aspectos técnicos aplicables de la PLMB

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Actividad(es): Análisis de estudios anteriores, informes y documentos existentes

Datos de salida:

- Identificación de las posibles deficiencias en la información disponible
- Listado de insumos adicionales (con orden de prioridad correspondiente) indispensables para la realización de actividades de diseño
- Planificación de la campaña geotécnica y de las demás actividades de trabajo de campo
- Debida diligencia y análisis de riesgos (Entregable 2, Entregable 3)
- Recomendaciones y justificaciones técnicas y operacionales iniciales

#### 2.3.2.2. Subetapa 2.2: Trabajos de campo y estudios complementarios

En esta etapa se realizan los levantamientos topográficos, geotécnica, estudio de demanda, ambiental, social, redes de servicios públicos. El desarrollo de estas actividades se realizará conforme al cronograma de los servicios de Asesoría.

Insumos

- Conclusiones de la subetapa 2.1 validadas
- Instrucciones técnicas adicionales por parte de EMB, a las definidas en las especificaciones técnicas entregadas en el proceso de licitación

Actividad(es):

- Priorización de los trabajos de campo
- Enviar solicitudes tempranas de autorizaciones a entidades públicas, privadas y operadores de servicios públicos
- Elaboración del plan de inversiones de los trabajos de campo
- Levantamiento topográfico del corredor (ET-06)
- Estudio de Movilidad (ET-03)
- Geotecnia y pavimentos (ET-10)
- Diagnóstico de afectación de redes (ET-09)
- Trabajos de campo necesarios para los estudios ambientales, sociales y prediales (ET-04 & ET-05)
- Análisis multicriterio para el diseño del túnel (ET-24)
- Talleres de trabajo para la optimización de la conexión entre la PLMB y la L2MB

Datos de salida:

- Levantamientos topográficos
- Plan de calidad del proyecto aplicable a geotecnia y pavimentos
- Informe geotécnico

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Identificación de los tipos de cimentaciones de las estructuras por zonas
- Lineamientos de diseño del túnel
- Propuesta de tipos estructurales y arquitectónicos para el viaducto
- Diagnostico vial
- Diagnóstico e inventario de redes
- Identificación de interferencias con redes y estructuras existentes
- Proposición de protecciones o reubicación de redes
- Auscultaciones, inventarios y registro fotográfico
- Estudio Movilidad
- Plan de Cierres y Desvíos (peatonal y vehicular)
- Estudio de interferencia de la L2MB con la PLMB y las troncales de TransMilenio e integración de ambos sistemas
- Insumos para Estudio de Impacto Ambiental y el Plan de Gestión Social
- Recomendaciones e insumos para la parte de ingeniería de factibilidad para aval técnico para la etapa de diseños
- Actualización del análisis de riesgos existente

NOTA: Las actividades de caracterización del terreno (exploración directa/indirecta de campo, ensayos de laboratorio) conectarán con los entregables, particularmente con el informe geotécnico. Lo anterior permitirá una adecuada organización/priorización por parte de la Asesoría de las actividades necesarias para alcanzar el Hito 2, así como la supervisión diligente de sus actividades; así mismo, establecerá en detalle el punto de partida para fases subsecuentes (Fase 3 y Fase 4).

#### 2.3.2.3. Subetapa 2.3: Estudio de demanda y Programa Preliminar de Operación

Insumos:

- Conclusiones de la subetapa 2.1
- Confirmación, **en talleres de trabajo**, por parte de Interventoría y EMB de los supuestos operacionales a elegir, tales como: el proyecto plani-altimétrico de vías, los criterios de diseño, el sistema de captación de energía eléctrica (tercer riel o catenaria), el nivel de automatización inicial y final (GoA2, GoA3 o GoA4), la implantación de las estaciones, la ubicación y número de los aparatos de vía, la estrategia de estacionamiento de los trenes en línea y en los talleres, la estrategia de mantenimiento en relación con el Plan de Mantenimiento Preliminar (la política de externalización en coordinación con el Plan de Operación Preliminar POP) y las características principales del material rodante
- Se utilizará un software especializado denominado Railsys para la realización de las simulaciones de operación
- Instrucciones técnicas adicionales por parte de EMB (aspectos que podrían tener impactos sobre la política de operación del sistema y que no están incluidas en las especificaciones técnicas)
- Modelo de transporte, escenarios codificados e hipótesis

Actividad(es):

- Estudio de demanda: actualización del modelo, escenarios y resultados (ET-01)

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Preparación del Programa Preliminar de Operación y de Mantenimiento (ET-02 y ET-15)

Datos de salida:

- Demanda de la L2MB actualizada a varios plazos
- Modelo operacional de la línea actualizado y ajustado
- Recomendaciones para la estrategia de mantenimiento

NOTA: La estimación de demanda de la L2MB se realizará bajo diferentes escenarios y cortes temporales, definidos en conjunto con EMB, y como mínimo en cumplimiento de lo establecido en la resolución 20203040013685 del Ministerio de Transporte.

#### 2.3.2.4. Subetapa 2.4: Ingeniería de factibilidad para aval técnico

Insumos:

- Conclusiones de las previas subetapas validadas por FDN, EMB y la Interventoría, incluyendo la topografía de detalle, los datos geotécnicos y sísmicos, y los levantamientos de las estructuras existentes
- Confirmación por EMB/Interventoría de los supuestos operacionales y requerimientos de los sistemas ferroviarios a elegir, tales como las características principales del material rodante, la implantación de las estaciones, los datos de demanda de cada estación, la electrificación, los sistemas de señalización, la ubicación de los aparatos de vía, etc.
- Confirmación por EMB/Interventoría de los tipos estructurales para el viaducto, incluyendo cimentaciones y de los lineamientos de diseño del túnel
- Modelo operacional de la línea actualizado y ajustado
- Estudio de interferencias con la PLMB y las troncales de TransMilenio, incluyendo sus aspectos funcionales y operacionales
- Lineamientos sobre la estrategia de racionalización de diseños con la PLMB, incluyendo centro de control de operaciones, política RAMS y de mantenimiento
- La ubicación y número de subestaciones receptoras y estrategia de compra de la energía eléctrica
- Proyectos viales y perfil viales
- Estudios de ingeniería sobre proyectos de troncales de TransMilenio (incluyendo especificaciones)
- Criterios urbanísticos y arquitectónicos (incluyendo diseño arquitectónico de las estaciones)
- Confirmación por la EMB/Interventoría de la atribución de tipología para cada estación
- Requerimientos ambientales en cuanto a las necesidades de mitigación de ruido y vibraciones
- Instrucciones técnicas adicionales por parte de EMB, a las ya entregadas en las especificaciones técnicas.

Actividad(es):

- Prediseño geométrico de vías y del sistema férreo de transporte (ET-07 & ET-20)
- Predefinición de los tipos de estructuras y predimensionamiento de las soluciones estructurales (ET-11)
- Prediseño del Proyecto de túneles incluyendo la comparación del sistema monotubo o del sistema bitubo y recomendación de método constructivo (ET-24)

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Diseño funcional de las estaciones, edificios y lineamientos urbanísticos y paisajísticos (ET-25 y ET-08)
- Prediseño de la superestructura de vía de la línea, del ramal técnico y de los patios y talleres (ET-19 y ET-22)
- Definición previa de las especificaciones funcionales y requerimientos del CCO el cual debe contener el análisis de tener un CCO único para L2MB y PLMB, de los sistemas de energía (ET-18), del sistema de señalización y control de trenes (ET-12), del sistema de puertas de andén (ET-16), de los sistemas de comunicaciones (ET-13), de los patios y talleres (ET-19) y del MR (ET-17)
- Estudios previo RAMS (ET-14)
- Lineamientos de diseños del urbanismo, espacio público y paisajismo del corredor de la PLMB (ET-18)

Datos de salida:

- Parámetros de diseño
- Trazado de la L2MB y sus características
- **Planeación** de vías, las que se profundizarán en detalle en la etapa de finalización de estudios y diseños para la estructuración técnica.
- Inventario de las estructuras existentes y recomendaciones de intervención asociadas
- Prediseño del Proyecto de túnel
- Prediseño de estructuras nuevas
- Definición previa y básica de las estaciones e instalaciones
- Diseños funcionales de las estaciones, patios y talleres
- Dimensionamiento básico del CCO
- Dimensionamiento básico de los componentes del sistema de alimentación eléctrica
- Ingeniería de factibilidad para el aval técnico y fiscal del sistema de señalización y control de trenes, del sistema de puertas de andén y de los sistemas de comunicaciones
- Informe preliminar de RAM, incluyendo cumplimiento de sus objetivos
- Plan preliminar de seguridad y análisis preliminar de seguridad, incluyendo los objetivos de seguridad
- Lineamientos de diseño urbanístico, de espacio público y de paisajismo del área del perímetro de intervención
- Esquemas constructivos iniciales para obras singulares
- Estimación previa de cantidades de obra y presupuesto
- Especificaciones funcionales y técnicas básicas
- Actualización de los riesgos asociados a las soluciones técnicas recomendadas
- Recomendaciones para las próximas etapas

#### 2.3.2.5. Subetapa 2.5: Programa de obra y flujos de inversiones

Insumos:

- Conclusiones de las sub etapas anteriores validadas
- Modelo operacional preliminar de la línea actualizado y ajustado
- Requerimientos ambientales en cuanto a las necesidades de mitigación de ruido y vibraciones
- Línea de reserva / área del perímetro de intervención
- Esquemas constructivos para obras singulares

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Proyectos actuales o futuros presentando interfaces con la L2MB
- Línea de reserva del BRT para reducir al mínimo el impacto sobre la operación en curso del BRT durante la fase de construcción
- Tiempos y tipos de validación, aprobación y trámites necesarios de las autoridades e instituciones locales que podrían afectar a la duración de la construcción
- Estimación de los costos de inversión CAPEX
- Instrucciones técnicas adicionales

Actividad(es):

- Definición de premisas, supuestos, restricciones, interferencias y calendario de trabajo.
- Relación de intervenciones en la malla vial y sistema BRT, adquisición predial, diseños de detalle, permisos y licencias.
- Identificación de interferencia con otras disciplinas y proyectos actuales y/o futuros conexos.
- Elaboración del programa inicial de obra (ET-27):
  - Definición de actividades.
  - Definición de tiempos de ejecución según las cantidades representativas.
  - Asignación de dependencia entre actividades (predecesoras y sucesoras).
  - Análisis de resultados y ruta crítica.
  - Acciones y consideraciones para etapas siguientes de estudio.
- Propuesta de flujo de inversiones (ET-27) de acuerdo con el programa de obra y los costos de inversión (CAPEX).

Datos de salida:

- Plan básico inicial de ejecución de obras
- Flujo de inversiones mensual consistente con los costos de inversión iniciales estimados (CAPEX)

### 2.3.2.6. Subetapa 2.6: Estimación de los costos de inversión, operación y mantenimiento

Insumos:

- Formatos para la presentación del CAPEX y del OPEX
- Revisión de la información existente del proyecto
- Avance de cantidades de obra estimadas de todos los componentes del Proyecto
- Estudio de mantenimiento preliminar
- Estudio operacional preliminar de la línea actualizado al realizado en la etapa prefactibilidad

Actividad(es):

- Valoración estimativa de los costos de inversión a partir de la información existente y avances de diseños (ET-26)



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Valoración estimativa de los costos de operación y mantenimiento OPEX (ET-28)

Datos de salida:

- Estimativo de costos de inversión en función de la información existente para al menos los siguientes componentes:
  - Presupuesto consolidado de las obras requeridas para la construcción del proyecto, dividido en cuatro secciones a saber: (S1) Obra civil, (S2) Instalaciones y Equipo, (S3) Material Rodante y adquisición de trenes y (S4) Varios (resultados según el avance de los estudios).
  - Costos de elaboración de la ingeniería de detalle.
  - Planes de Manejo Ambiental - PMA y Planes de Adaptación para la Gestión Ambiental – PAGA.
  - Plan de Gestión Social.
  - Plan de Manejo Arqueológico.
  - Planes de Manejo de Tránsito.
  - Costos asociados con la obtención y gestión de permisos, consultas previas, licencias, consultas y autorizaciones para el desarrollo del proyecto en su etapa de inversión y compensaciones a las que haya lugar.
  - Gestión y adquisición predial.
  - Costos de Interventoría.
  - Costos de Gerencia de Proyecto (PMO).
- Estimativo de costos de operación y mantenimiento en función de la información existen y avance de los diseños, para al menos los siguientes componentes:
  - Costos de operación
  - Costos de mantenimiento

2.3.2.7. Subetapa 2.7: Desarrollo de los componentes legales, financieros y de riesgos para Fase 2

Insumos:

- Estudios de carácter técnico, legal, financiero y de riesgos que se hayan realizado para el proyecto
- Información sobre las condiciones de la estructuración y actual ejecución de la pl
- Documentación e información relativa a la situación fiscal, disponibilidad de recursos, capacidad de endeudamiento, entre otros del Distrito de Bogotá y de la Nación
- Información sobre mercados de capitales local e internacional
- Información sobre situación macroeconómica del país y de Bogotá
- Información sobre el sistema tarifario de transporte público de pasajeros de Bogotá
- Principales conclusiones de la actualización del estudio de la demanda de transporte para la L2MB
- Información sobre experiencias nacionales e internacionales similares al proyecto
- Información y entregables de los estudios de prefactibilidad del Proyecto

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Informe de *Identificación de fuentes de pago para alimentar el fondo de estabilidad tarifaria*, por parte de la EMB, referente a los requisitos para cofinanciación de sistemas de transporte para dar cumplimiento a la resolución 20203040013685 del Ministerio de Transporte.

Actividad(es):

- En esta etapa se desarrollará la debida diligencia del Proyecto, donde a partir de todos los insumos obtenidos se realizarán análisis y se obtendrán conclusiones aplicables al mismo. En este punto se generarán eficiencias debido al conocimiento de la Asesoría en transacciones férreas de pasajeros y transporte urbano, tanto a nivel nacional como internacional. También se cuenta con el conocimiento de primera mano de la experiencia de la PLMB, lo que permitirá un análisis más concreto y expedito de la información relevante para este proyecto.
- Adicionalmente, y con el objetivo de cumplir con la presentación de la solicitud de aval técnico y fiscal al Gobierno Nacional para lograr confirmar la cofinanciación del Proyecto, se hace necesario cumplir con las siguientes actividades dentro de las dos primeras fases de la Asesoría antes de llegar al día 191. De acuerdo con el alcance mínimo establecido en la resolución 20203040013685 del Ministerio de Transporte, se realizarán las siguientes actividades:
  - Análisis de diferentes esquemas de transacción, el cual permitirá contar con la estructura de transacción del Proyecto. La metodología a desarrollar se encuentra descrita en el capítulo 3.5.2.2 del presente documento.
  - Herramienta financiera de dimensionamiento inicial, a partir de la información técnica disponible. Este será insumo para el sondeo inicial con los actores de mercado.
  - Sondeo inicial de mercado, a fin de validar el esquema de transacción acordado. Para ello, el Asesor realizará un teaser, y presentación tipo roadshow para determinar apetitos de interés por parte de actores del mercado.
  - Herramienta financiera actualizada a partir de los resultados del sondeo de mercado, esquema de la transacción, fuentes de financiación recomendadas a partir de la debida diligencia y los resultados del sondeo de mercado. Esta herramienta financiera será la utilizada para la obtención del aval técnico y fiscal, así como la elaboración del acuerdo de cofinanciación. A partir de esta herramienta se realizará el dimensionamiento del Proyecto, y se calcularán las vigencias necesarias, con su distribución entre Nación y Distrito. Esta herramienta partirá de la información técnica de CAPEX y OPEX disponible, hará proyecciones de las variables de interés y mostrará la necesidad de recursos del Proyecto. Así mismo, contará con módulos de variables macroeconómicas, CAPEX y OPEX, ingresos, deuda, impuestos y las proyecciones de los estados financieros del Proyecto (flujo de caja, balance general y estado de resultados). Un agregado al módulo de CAPEX será la inclusión de un manejo de componentes en dólares.
  - Flujos provenientes de créditos de apalancamiento y sus correspondientes amortizaciones
  - Actualización de la evaluación socioeconómica realizada en la etapa de prefactibilidad. Dentro de esta evaluación se realizarán supuestos de valoración, y se obtendrán resultados del B/C, VPN, TIR, entre otros.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Análisis, tratamiento y definición de riesgos para la implementación y operación del Proyecto y la valoración de viabilidad fiscal.
- Emitir una recomendación sobre las fuentes de financiación de mayor viabilidad para ser utilizadas en el Proyecto.
- Elaboración del esquema de integración tarifaria del Proyecto con otros modos de transporte.

Análisis preliminares de la estructuración (victorias tempranas)

En complemento a la elaboración de los documentos necesarios para la obtención del aval técnico y fiscal, también se plantea la celebración de reuniones y socializaciones con las distintas entidades (EMB, Ministerio de Hacienda, Secretaría Distrital de Hacienda) y la elaboración de una hoja de términos preliminar. Esto permitirá obtener retroalimentación de forma temprana sobre las condiciones del Proyecto y con esto poder realizar las mejoras que haya a lugar buscando siempre la bancabilidad y pluralidad de oferentes en el proceso de licitación del Proyecto. Este insumo se hace necesario para cumplir con el cronograma establecido y para evitar reprocesos en etapas más maduras de la estructuración donde el margen para realizar modificaciones pueda llegar a ser menor.

En ese sentido, a continuación se describe un listado de la interacción que se debe tener con las autoridades locales para la definición de aspectos estratégicos e indispensables dentro de la estructuración:

Tabla 17. Interacción con las autoridades locales para definición de aspectos estratégicos de la estructuración

No.	Entidad	Posibles temas	Posibles áreas / subdirecciones
1	Secretaría Distrital de Hacienda	Presupuesto	Subsecretaría Técnica
			Dirección de Crédito Público
			Dirección de Presupuesto
			Oficina de Análisis y Control de Riesgos (informativo)
2	Secretaría Distrital de Planeación	Riesgos	Subsecretaría de Planeación de la Inversión
		CONFIS	Dirección de CONFIS
3	Ministerio de Hacienda	Presupuesto	Presupuesto
		Cupo de vigencias futuras (APP)	Crédito Público
		Marco fiscal de mediano plazo, cupo del sector transporte	Política Macroeconómica
4	Empresa Metro de Bogotá	Capacidad de endeudamiento	Gerencia de Estructuración Financiera
		Definición de la huella del Proyecto	Gerencia Técnica

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

		Disponibilidad predio del patio taller	Gerencia Técnica y Gerencia Desarrollo Inmobiliario
		Ubicación definitiva de las estaciones	Gerencia Técnica y Gerencia Desarrollo Inmobiliario
		Implicaciones Tubo o Bitubo, geotecnia.	Gerencia Técnica
		Integración con pl	Gerencia Técnica y Gerencia Desarrollo Inmobiliario
		Manejo de predios e interferencia con redes de servicios	Gerencia Técnica y Gerencia Desarrollo Inmobiliario
		Calificación de riesgo	Gerencia Financiera
		Financiación con multilaterales	Gerencia Estructuración Financiera
		Aspectos operacionales y de visión de EMB	Oficina Asesora Planeación Institucional
		Estructura legal de la transacción (incluyendo régimen del contrato e ideas base para futura hoja de términos)	Oficina Asesora Jurídica Gerencia Técnica Gerencia de Estructuración Financiera
		Obtención de la información necesaria para llevar a cabo la debida diligencia legal	Oficina Asesora Jurídica Gerencia Técnica Gerencia de Estructuración Financiera
		Gestión de riesgos	Gerencia de Riesgos y Seguridad
5	Secretaría Jurídica Distrital	Opiniones relevantes que hayan sido emitidas sobre la titularidad del subsuelo en Bogotá.	Subsecretaría Jurídica
		Revisión de Decretos Distritales sobre L2MB	
		Revisión de las directivas distritales aplicables según la modalidad de transacción definida	
		Trámites o recomendaciones que tenga la Secretaría en relación con las actividades de estructuración de L2MB	
6	Secretaría Distrital de Movilidad	Socialización del estudio de demanda, interoperabilidad e integración regional, proyecto de POT, Plan Maestro de Movilidad y CONPES de movilidad regional	Subsecretaría de Política de Movilidad Subsecretaría de Gestión de la Movilidad

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Datos de salida:

- Principales conclusiones aplicables a la L2MB
- Identificación de alternativas iniciales
- Esquema de la transacción
- Herramienta financiera para la obtención del aval técnico y fiscal, y para el acuerdo de cofinanciación
- Análisis preliminar de riesgos y seguros
- Hoja de términos preliminar de la transacción y reuniones con stakeholders
- Evaluación socioeconómica del Proyecto
- Integración tarifaria de la L2MB con otros modos de transporte

### 2.3.3. Fase 3 – Estudios y diseños para la estructuración técnica

El propósito de esta Fase 3 corresponde, entre otros, a la profundización de los diseños al nivel de detalle requerido para la elaboración de las especificaciones técnicas que harán parte de los distintos prepliegos y pliegos (incluyendo sus distintos apéndices).

La profundización corresponde a la continuidad de las actividades de ingeniería (ingeniería de factibilidad para aval técnico) que se desarrolló en la Fase 2 y que permitió definir el sustento requerido para la elaboración del resumen ejecutivo que hace parte del proceso de instrucción del cofinanciamiento del Proyecto por parte de la Nación. De manera específica, se tratará de:

1. Actualizar el plan de diseño de los distintos componentes según potenciales evoluciones en los supuestos operacionales del Proyecto desde que se finalizaron los trabajos de ingeniería de la Fase 2.
2. Ajustar el Plan de Trabajo en relación con potenciales ajustes en los criterios de diseño del Proyecto.
3. Desarrollar las actividades y estudios al nivel de detalle especificado; incluyendo, diseños, especificaciones técnicas, cantidades de obra, etc.

Por otra parte, se continuarán las actividades asociadas con los componentes legal, financiero y de riesgo que se iniciaron durante la Fase 2.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

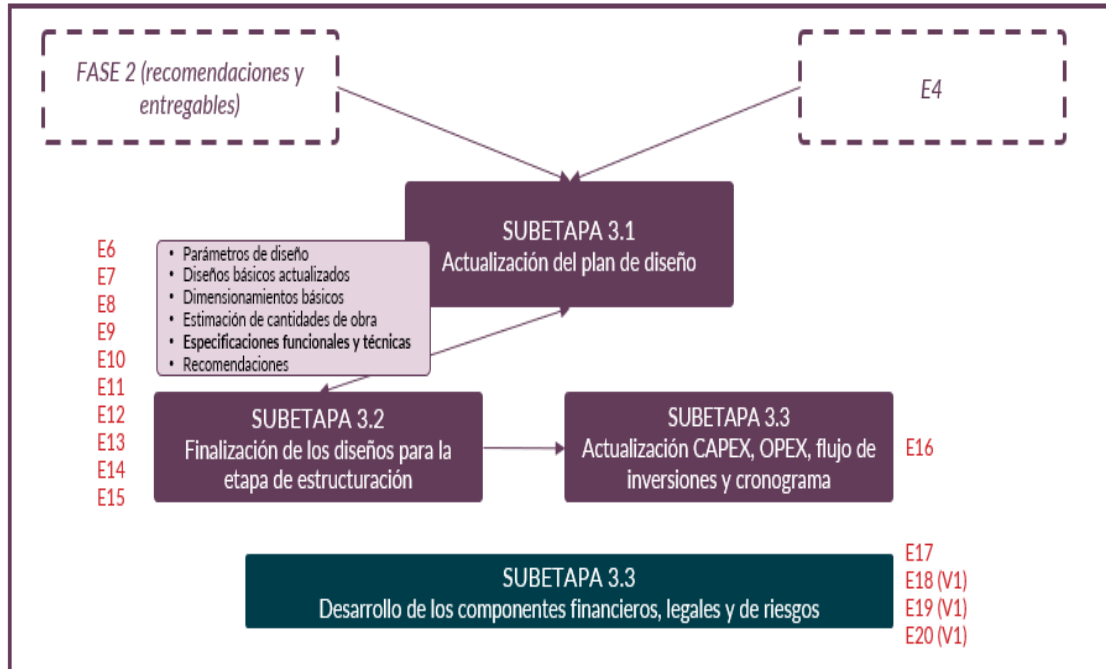


Figura 6. Subetapas de la Fase 3 e informaciones sobre su contenido / entregables  
Fuente: Elaboración propia

### 2.3.3.1. Subetapa 3.1: Actualización del plan de diseño

Insumos:

- Conclusiones de la Fase 2 validadas, incluyendo el Entregable 4
- Instrucciones técnicas adicionales

Actividad(es):

- Actualización del plan de diseño de los distintos componentes: calendario de actividades, ruta crítica e hitos, movilización de expertos
- Identificación de las actividades de ingeniería que quedan por realizar y desarrollar como complemento de la ingeniería de factibilidad para aval técnico desarrollada durante la Fase 2
- Ajustes del plan de diseño en relación con potenciales ajustes en los criterios de diseño del Proyecto

Datos de salida:

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Plan de diseño actualizado
- Plan de Trabajo actualizado

### 2.3.3.2. Subetapa 3.2: Finalización de los diseños para la etapa de estructuración

Insumos:

- Conclusiones de la Fase 2 validadas, incluyendo el Entregable 4
- Plan de diseño actualizado

Actividad(es):

- Profundización de los diseños de los componentes del Proyecto
- Elaboración de las especificaciones técnicas que alimentarán la documentación necesaria para la elaboración de los prepliegos y pliegos
- Producción de planos, perfiles, mapas y perspectivas

Datos de salida:

- Parámetros de diseño y modelo BIM (ET-21)
- Modelo operacional de la línea actualizado y ajustado (ET-2 y ET-15)
- Trazado de la L2MB y sus características (ET-20)
- Estudio de Movilidad y PCAD (ET-03) y diseño vial (ET-07)
- Diagnóstico y propuesta de reubicación y gestión de desvíos de redes (ET-09)
- Prediseño geométrico (ET-20), superestructura de vía (ET-22)
- Informe geotécnico (ET-10)
- Diseño del Proyecto de túnel (ET-24)
- Diseño de estructuras nuevas (ET-11)
- Diseños de las estaciones e instalaciones y patios y talleres (ET-25 y ET-19)
- Dimensionamiento y diseño del CCO (ET-23)
- Diseño y especificaciones del material rodante (ET-17)
- Dimensionamiento de los componentes del sistema de alimentación eléctrica (ET-18) incluyendo sus simulaciones
- Diseño y especificaciones del sistema de señalización y control de trenes, del sistema de puertas de andén y de los sistemas de comunicaciones (ET-12, ET-13, ET-16)
- Informe final de RAM, incluyendo los objetivos RAMS (ET-14)
- Plan de seguridad y análisis de seguridad de RAMS, incluyendo los objetivos de seguridad
- Diseño urbanístico, de espacio público y de paisajismo del área del perímetro de intervención (ET-08)
- Estudio predial (ET-04)
- Estudio ambiental y social (ET-05)
- Esquemas constructivos para obras singulares
- Estimación de cantidades de obra

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Especificaciones funcionales y técnicas para la etapa de estructuración
- Actualización de los riesgos asociados a las soluciones técnicas recomendadas
- Recomendaciones para las próximas etapas

NOTA: La Asesoría entregará los diseños provistos de tecnología BIM con distintos niveles de avance para que el Interventor pueda conceptuar sobre los trabajos realizados a estas fechas sobre dicho componente. Puesto que existe desfase en las actividades (algunas son consecutivas), el estado de avance BIM se entregará al nivel de los productos en desarrollo cuando estos hayan logrado un 25%, 50%, 75% del avance técnico aproximado. Al respecto, y para ese propósito (avance BEP), en el cronograma se han incluido tres hitos que corresponden a niveles de desarrollo de los estudios de la Fase 3, a finales de marzo (25%), finales de mayo (50%) y finales de agosto de 2022 (75%).

### 2.3.3.3. Subetapa 3.3: Actualización CAPEX, OPEX, flujo de inversiones y cronograma

#### Insumos:

- Conclusiones de la Fase 2 validadas, incluyendo el Entregable 4
- Diseños actualizados y profundizados
- Cantidades de obra

#### Actividad(es):

- Valoración final de los costos de inversión CAPEX (ET-26)
  - Consolidación de cantidades de todas las disciplinas involucradas
  - Definición de precios unitarios - Análisis de precios unitarios (APU)
  - Estimativo del presupuesto de construcción
  - Estimativo de costos complementarios: ingeniería de detalle, PMAS, PMS, PDCA, permisos y licencias, gestión predial, Interventoría y PMO
  - Valoración de contingencia según nivel de estudio
  - Análisis de resultados
- Valoración final de los costos de operación y mantenimiento OPEX (ET-28)
  - Plan de operación preliminar (POP) actualizado
  - Plan de mantenimiento preliminar (PMP) actualizado
  - Consolidación costos de operación y mantenimiento (OPEX)
- Programa de obra (ET-27)
  - Definición de actividades.
  - Definición de tiempos de ejecución según las cantidades representativas.
  - Asignación de dependencia entre actividades (predecesoras y sucesoras).
  - Evaluación de escenarios
  - Análisis de resultados y ruta crítica.
- Propuesta de flujo de inversiones (ET-27)
  - Definición de las unidad de medida o cuantificación de costos por unidad de tiempo



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Definición de condiciones particulares de periodos de pago
- Definición de costos por periodo de análisis
- Estimación del flujo de inversión y curvas de inversión.
- Desarrollo del estudio de Beneficios / Costos

Datos de salida:

- Informes de CAPEX (ET-26)
  - (S1) Obra civil
  - (S2) Instalaciones y Equipos
  - (S3) Material Rodante y adquisición de trenes
  - (S4) Varios (resultados según el avance de los estudios).
- Informe de OPEX (ET-28)
  - Costos de operación
  - Costos de mantenimiento
- Programa de obra (ET-27)
- Propuesta de flujo de inversiones (ET-27)

#### 2.3.3.4. Subetapa 3.4: Desarrollo de los componentes legales, financieros y de riesgos

Insumos:

- Información y conclusiones obtenidas de la Fase 2 del contrato
- Información obtenida de los estudios técnicos desarrollados hasta el momento
- Informes de CAPEX y OPEX

Actividad(es):

- Actualización del capital necesario para la estructuración o costo de inversión (CAPEX), así como los costos de operación, administración, mantenimiento y reposición de los equipos.
- Generación de un cronograma detallado con todas las actividades necesarias para el correcto desarrollo de la estructuración.
- Previo al acuerdo de cofinanciación, se realizará un segundo acercamiento con actores de mercado, a fin de afinar costos y mantener el interés del mercado.
- Actualización de las hojas de términos (Termsheet) a partir de la retroalimentación recibida en el sondeo de mercado.
- Desarrollo de otras herramientas financieras, las cuales servirán para modelar las necesidades de financiación por parte de la EMB -en caso que se requiera- y la remuneración del esquema de contratación, las cuales se complementarán con la actualización de los diferentes estudios técnicos y legales.
- Reuniones y socializaciones con distintas entidades (EMB, MHCP, SDH, entre otros).

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Datos de salida:

- Versión inicial de E17: Matriz de riesgos, E18: Tratamiento de riesgos asegurables y no asegurables, E19: Estructuración programa de seguros y garantías, E20: Modelo financiero y diseño e implementación de la estructura de la transacción
- Hoja de términos (*Termsheet*) actualizado

### 2.3.4. Fase 4 - Estructuración

La última fase de los servicios contempla la transformación de los datos de salida de las previas fases en la documentación y en el acompañamiento necesario para que se celebren al final de los servicios los contratos de construcción (y/o operación y mantenimiento) **en adelante el Contrato Principal**, de PMO, de Auscultación y de Interventoría.

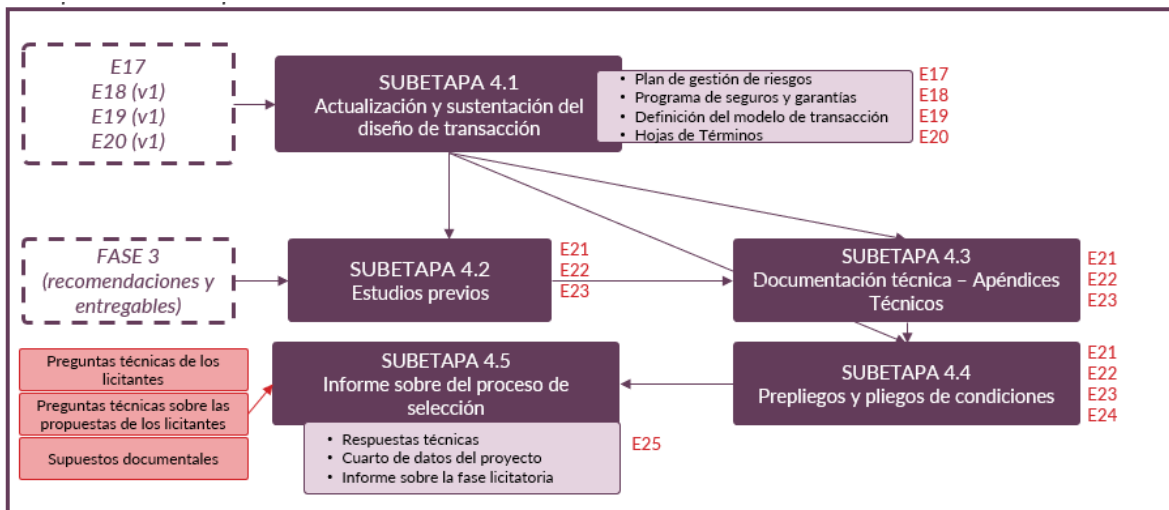


Figura 7. Subetapas de la Fase 4 e informaciones sobre su contenido / entregables  
Fuente: Elaboración propia

#### 2.3.4.1. Subetapa 4.1: Actualización y sustentación del diseño de transacción

Insumos:

- Validación del contenido y de las conclusiones de las fases previas
- Modelo de transacción de la línea 1

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Instrucciones complementarias por parte de EMB

Actividad(es):

- Análisis de alternativas para el diseño de la transacción basada sobre la metodología de los 5 casos
- Análisis de la viabilidad financiera del Proyecto
- Definición de las acciones de supresión o mitigación de los riesgos
- Limitación de interfaces en la estrategia de licitación
- Actividades de promoción del Proyecto incluyendo *roadshow* y un mercadeo de contenido, cuyo objeto será desarrollar y entregar un Caso de Negocio y un Teaser (mostrar a los inversionistas potenciales el proyecto y sus características, de una forma resumida, visualmente atractiva y de fácil lectura)
- Elaboración del caso de negocio

Datos de salida:

- Plan de gestión de riesgos (E17)
- Tratamiento y aseguramiento de riesgos (E18)
- Programa de seguros y garantías (E19)
- Identificación y análisis de alternativas del diseño de la transacción (E20), en el cual se incluirá la recomendación y esquema de la alternativa seleccionada
- Implementación del modelo de transacción definitivo (E20)
- Modelo financiero del Proyecto (E20), incorporando diferentes escenarios de análisis, definiciones y condiciones de todas las variables involucradas en la estructura de transacción definida
- Proyecciones financieras y evaluación de escenarios (E20)
- Análisis de la viabilidad financiera del Proyecto (E20)

NOTA: Ciertas actividades asociadas con esta subetapa se desarrollarán a partir de la Fase 2 cuando el Proyecto cuente con la información necesaria para iniciar, entre otras, las actividades de promoción.

#### 2.3.4.2. Subetapa 4.2: Estudios previos

Insumos:

- Conclusiones de la Fases 2 y 3 validadas
- Diseños y especificaciones de la Fase 3
- Modelo de negocio y estrategia de licitación

Actividad(es):

- Finalización de las hojas de términos iniciadas durante las fases previas
- Desarrollo de los estudios previos mencionados en las bases
- Diseño, desarrollo e implementación del cuarto de datos

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Datos de salida:

- Estudios previos (E21, E22, E23)
- Hojas de términos para las licitaciones definidas (E21, E22, E23)
- Cuarto de datos (E21, E22, E23)

#### 2.3.4.3. Subetapa 4.3: Documentación técnica – Apéndices Técnicos

Insumos:

- Conclusiones de la Fases 2 y 3 validadas
- Diseños y especificaciones de la Fase 3
- Modelo de negocio y estrategia de licitación

Actividad(es):

- Revisión y ajustes de las especificaciones desarrolladas
- Definición de indicadores de desempeño
- Redacción de los apéndices técnicos de los prepliegos y pliegos en conformidad con el contenido de las bases

Datos de salida:

- Apéndices técnicos para las licitaciones (E21, E22, E23)
- Índice general con toda la documentación técnica resultante del proceso de estructuración técnica del Proyecto (E21, E22, E23)

#### 2.3.4.4. Subetapa 4.4: Prepliegos y pliegos de condiciones

Insumos:

- Estudios previos
- Apéndices técnicos
- Modelo de negocio
- Cuarto de datos

Actividad(es):

- Estructuración y redacción de los prepliegos y pliegos de condiciones para los distintos contratos mencionados en las bases y conteniendo lo estipulado en las bases

Datos de salida:

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- E21: Documentación PMO, E22: Documentación contrato principal y apéndices técnicos y prepliegos proceso principal, E23: Documentación Interventoría y Auscultación, y apéndices técnicos y prepliegos proceso interventoría
- E24: Pliegos contrato principal

#### 2.3.4.5. Subetapa 4.5: Informe sobre el proceso de selección

Actividad(es):

- Acompañamiento de EMB en todo el proceso de evaluación y selección de los contratistas
- Redacción de las respuestas a las preguntas de los licitantes y adendas

Datos de salida:

- Informe final sobre el(los) proceso(s) de selección (E25)

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

## 3. ENFOQUE METODOLÓGICO

### 3.1. ENFOQUE TÉCNICO

#### 3.1.1. Logro del Hito No. 2

La metodología prevista para permitir el logro del Hito N°2 se describe en el Capítulo 2.3.2 Fase 2 – Análisis, estudios y diseños de factibilidad (Aval técnico y fiscal).

Así mismo, en el numeral 3.5.1.4 – Desarrollo de los entregables - Componente técnico, se describe el proceso de elaboración del “Entregable 4 / Informe técnico del Aval Técnico”, asociado directamente con el Hito N°2.

#### 3.1.2. Aprovechamiento de las experiencias adquiridas en la estructuración de la Línea 1 y el contenido de los estudios anteriores

Considerando las distintas restricciones presentadas en el pliego base del concurso<sup>8</sup> (restricciones de CAPEX, calendario de estudios apretado para la fase de Factibilidad para lograr el aval técnico y fiscal que permitirá la obtención de la cofinanciación por parte de la Nación) y los demás ambiciosos objetivos planteados para la L2MB y de manera global del programa de actividades de la Asesoría, nuestro enfoque está basado sobre:

- Aprovechar las lecciones aprendidas en el proceso de estructuración de la PLMB, tanto al nivel de los conocimientos de la Asesoría como de todas aquellas involucradas en aquel proceso.
- Una debida diligencia de los estudios anteriores y sobre todo del estudio de prefactibilidad que servirá de sustento clave para la elaboración del componente técnico del servicio de Asesoría.

En relación con estos estudios anteriores, se analizará la vigencia y pertinencia de estos, revisando y re-evaluando críticamente toda la información disponible, para su posible optimización y/o actualización. Cabe mencionar que uno de los principales retos para poder desarrollar los estudios de factibilidad será el de complementar, ajustar y actualizar los datos necesarios de los diseños precedentes con la nueva información que se recoja de los trabajos de campo (sondeos, levantamientos topográficos, actualización de la demanda) y/o del diseño de proyectos externos, como de los futuros proyectos de TransMilenio. Tanto los posibles cambios de criterios como la conservación de los mismos serán justificados de manera técnica y/o operacional.

---

<sup>8</sup> Restricciones que NO implican traslado de responsabilidades de FDN a EMB, ni de la Asesoría a FDN.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

### **3.1.3. Consecución temprana de los insumos, conclusiones y decisiones necesarios para el desarrollo de la Asesoría**

Además de la identificación de las deficiencias en la información disponible de todas las disciplinas (trazado, arquitectura, estructuras, sistemas, etc.), así como las posibles hipótesis a considerar en cuanto a los datos indispensables para el desarrollo de los estudios, que mediante talleres de trabajo (véase Tabla 27) se espera EMB contribuya a confirmar/aclarar/completar. En las mismas, consideraremos todas aquellas hipótesis y/o conclusiones que sean necesarias para el desarrollo de los estudios del Proyecto.

Como fue mencionado en los capítulos de logro del Hito N°2 y de presentación del Entregable 4 (Informe técnico para el Aval Técnico y Fiscal), es imprescindible que la EMB valide las premisas técnicas que conformarán la línea de base del proyecto que se irá presentando en el Entregable 4. Se entendió que uno de los objetivos fundamentales de este entregable será la entrega de un CAPEX y de un OPEX que tendrán que estar lo más cerca posible de los costos que podrán salir de la Fase 3. Con este propósito, se realizarán dentro de la etapa de debida diligencia varias mesas y talleres de trabajo cuyos objetivo serán la revisión y la validación de las premisas técnicas propuestas por el Asesor técnico y que conformarán el sustento técnico de esta línea base del proyecto cuyos costos estarán incluidos en el Entregable 4. Se presentarán premisas e hipótesis de trabajo al nivel de todos los ETs técnicos.

A lo largo del desarrollo de los trabajos, la Asesoría indicará a la FDN en que ETs requiere directa aprobación de la EMB de actividades parciales para el avance de los trabajos, así como las previsiones iniciales de la Asesoría sobre los temas en donde se prevé la directa contribución de la EMB en confirmar/aclarar/completar datos indispensables para los estudios.

### **3.1.4. Optimización de los sistemas y control de sus interfaces con la obra civil, el material rodante y los demás sistemas metro ferroviarios**

En todo sistema industrial, el manejo apropiado de las interfaces, tanto en fase de diseño como en fase de construcción y montajes, es una de las claves fundamentales del éxito. Los proyectos ferroviarios tienen esa característica propia de ser de los más complejos en términos de variedad de interacciones internas como externas, tanto técnicas y funcionales como con las partes interesadas.

Los métodos aportados por la Asesoría deben permitir tener una visión permanente del conjunto de las interfaces externas e internas de cada parte. Además, deben ser una herramienta eficiente en forma cotidiana y servir de base para establecer una comunicación permanente y compartida entre los grandes actores del desarrollo del Proyecto.

### **3.1.5. Aproximación al humedal Juan Amarillo**

A continuación se presenta el enfoque y la metodología que la Asesoría tiene previsto en relación con la aproximación del túnel al humedal Juan Amarillo, desde los puntos de vista ambiental, geológico, hidrogeológico y geotécnico. Los análisis, conclusiones y medidas especiales que al respecto se requieran se incluirán en los Entregables 13/ET-05 - Ambiental y Social, y E6/ET10 - Geotecnia y Pavimentos.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

### 3.1.5.1 Aspectos ambientales

Dentro del componente ambiental se tendrá especialmente en consideración el humedal Juan Amarillo, un ecosistema de vital importancia para Bogotá y bajo protección de la convención RAMSAR. Para ello, se ejecutará un diagnóstico del mismo en el área donde se cruza con el Proyecto y en zonas cercanas donde se proponen estaciones. Para este diagnóstico, en primer lugar se adelantarán todas las acciones orientadas a investigar, recopilar, analizar, revisar, consultar y evaluar la información secundaria existente que se ha generado en el área de influencia preliminar en relación con el área delimitada para el humedal Juan Amarillo. Esta revisión permitirá establecer una base del estado actual del humedal, identificar vacíos de información y con esto generar un informe de la información obtenida.

Adicionalmente, el diagnóstico propone una revisión de las normas ambientales como leyes, decretos y resoluciones aplicables en el ámbito ambiental, las cuales buscan garantizar el desarrollo sostenible de los proyectos de infraestructura. Dentro del análisis se tendrá en cuenta la normatividad aplicable de cada una de las entidades públicas en la regulación y/o gestión ambiental asociadas al humedal, incluyendo los Ministerios (Ambiente y Desarrollo Sostenible, Interior, Salud Pública, Protección Social, entre otros) a nivel nacional, Corporación Regional de Cundinamarca en el ámbito departamental, Secretaría Distrital de Ambiente y Empresa de Acueducto de Bogotá (EAAB) a nivel distrital, y Alcaldía de Bogotá D.C, entre otras entidades relacionadas. También se tendrán presentes las consideraciones de las entidades no gubernamentales que velan por la protección de los humedales. De manera complementaria, se revisarán todos los instrumentos de planeación y normativos adoptados o en proceso de adopción, así como los proyectos en ejecución sobre el mismo humedal. Este elemento también contemplará las restricciones, exclusiones ambientales y permisos requeridos para ejecutar proyectos de infraestructura en zonas adyacentes a esta área de gran importancia ecológica dentro de la ciudad.

Dentro del alcance para el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental y Social, se caracterizará con la toma de información primaria el Medio abiótico incluyendo los componentes geológicos, geomorfológico, suelos, fisiográfico, hidrológico, hidrogeológico, geotécnico, atmosférico y paisaje, en el Medio biótico para los componentes flora en general y flora en veda (si se requiere), inventario forestal, fauna terrestre con énfasis en la avifauna y aspectos hidrobiológicos específicos sobre el humedal, así como la caracterización del Medio socioeconómico con la caracterización de la población anexa al Proyecto, y realizando estudios de arqueología preventiva. El estudio se realizará bajo los términos de referencia 03 ANLA para Proyectos de construcción de líneas férreas de 2017, considerando las directrices y/o condiciones de la Secretaría Distrital de Ambiente.

Con la información de la caracterización ambiental y social de las áreas de influencia y la normatividad vigente, se realizará un análisis integral de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, con el fin de realizar la zonificación ambiental y social, a partir de la sensibilidad ambiental y social del área, en su condición actual, considerando los componentes y dimensiones que podrían ser objeto de afectación con énfasis en el humedal Juan Amarillo. A partir de esto, se podrán evaluar los impactos que generará el Proyecto y plantear programas de manejo, monitoreo y seguimiento y de gestión del riesgo. El estudio también considerará los recursos naturales requeridos y que serán utilizados, aprovechados o afectados durante las obras objeto de construcción y operación, con los permisos y/o autorizaciones necesarias para su uso.



Para el paso del túnel por el humedal Juan Amarillo y con base en la información técnica (diseños), se describirán, a nivel de factibilidad, las técnicas constructivas, el equipo (compuesto por una tuneladora tipo EPBS) y el proceso de excavación y avance. El tipo de soporte estará conformado por dovelas prefabricadas de concreto reforzado y en el caso de galerías de acceso, tales como pozos para ventilación y pozos de acceso de construcción, el sistema de soporte estará compuesto por concreto lanzado reforzado, arcos metálicos, y revestimiento en concreto convencional. En el caso de los pozos, se aplicará la excavación con pantallas preexcavadas de concreto reforzado o muros tipo Milán. La excavación (ya sea en Monotúnel o Bitúnel) será ejecutada con máquina EPB (Earth Pressure Balance). Esta máquina está compuesta por un escudo cerrado, con una cámara donde se aplica presión de agua y tierra en el frente, balanceada con el fin de controlar los desplazamientos. El efecto de soporte y balance de presiones se logra con el material de la excavación, el cual es mezclado con agua o aditivos condicionantes dependiendo del tipo de material por excavar, para formar un lodo de consistencia suave a muy suave que es retirado a través del tornillo sin fin ubicado detrás de la cámara y cortadora, para luego ser evacuado hasta la zona de depósito. Detrás del escudo se van instalando dovelas prefabricadas de concreto reforzado. El “gap” que deja la cabeza cortadora se rellena con inyecciones de lechada para reducir el efecto de desplazamiento y, en consecuencia, la subsidencia. Las presiones, mezclas y tipos de inyección serán definidas durante la etapa de diseño.

Se analizarán los riesgos geológico-geotécnicos, y se buscará que el método constructivo logre un contrabalance de presiones del terreno y de las aguas, manteniendo hermeticidad con los escudos de la máquina y evitando que se afecte el nivel freático, el desecamiento de fuentes hídricas superficiales, y los riesgos asociados al sostenimiento de hábitats y desabastecimiento del recurso a la población, entre otros.

Con base en la información recolectada a nivel técnico y ambiental, y en la evaluación de los impactos, se pretende generar el documento bancable, en el cual se hará énfasis en la evaluación de los impactos residuales, acumulativos y sinérgicos del Proyecto, según metodologías estándar. Esta evaluación buscará establecer la relación de estos impactos con otros proyectos externos que se identifiquen dentro del área de influencia y dar cumplimiento a los requerimientos del mencionado documento.

### 3.1.5.2 Geología, hidrogeología y geotecnia

#### 3.1.5.2.1 Aspectos geológicos

Para la elaboración de la caracterización geoambiental, en el marco del Estudio Impacto Ambiental del Proyecto se tendrá en cuenta:

- Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental -EIA en Proyectos de Construcción de Líneas Férreas - TdR-03 (ANLA 2017)
- Metodología para la Elaboración de Estudios Ambientales según la Resolución MADS 1402 de 2018 de 2018 y, lo establecido en la Resolución MADS 2182 de 2016 “Por la cual se modifica y consolida el Modelo

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

de almacenamiento geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos

- Estudios y estándares cartográficos establecidos por el Servicio Geológico Colombiano
- Criterios de diseño geotécnico definidos en el marco de los estudios de ingeniería, teniendo en cuenta el estudio de Prefactibilidad para la L2MB presentado en mayo de 2021 por Unión Temporal Egis Steer Metro de Bogotá.

*Recopilación y análisis de información de referencia*

Se desarrollará, de manera preliminar, la revisión de la información del Proyecto (descripción) y se iniciará la búsqueda de información secundaria en el marco de lo establecido por parte de la Metodología General para la Elaboración de Estudios Ambientales. La caracterización del área de influencia se realizará con base en información secundaria (actualización de la información de fuentes técnicas como publicaciones académicas, institutos de investigación y demás fuentes idóneas) complementada con las visitas de verificación en campo para los aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos (puntos de agua superficial y subterránea) principalmente. Se recopilará y analizará la información secundaria disponible a nivel de estudios o documentos de otras entidades como el IGAC, DNP, SDA, CAR, entre otras.

Para la definición preliminar de área de influencia del componente y la definición de los trabajos de campo del componente abiótico relacionado con los aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos, se realizará el análisis de la información utilizando como herramienta complementaria los sistemas de información geográfica para ubicar cartográficamente el trazado, las obras y la infraestructura principal y de apoyo, definir unidades litológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas y la ubicación de cuerpos de agua presentes dentro del área de influencia; esta revisión permitirá planificar de manera detallada sitios de interés particular, y de esta manera optimizar los trabajos de campo; igualmente, la revisión cartográfica se utilizará para definir las unidades de importancia ecosistémica y para los análisis de la zonificación ambiental, ubicación inicial de infraestructura afectada y definición de los posibles alcances de los impactos.

Se compilará, revisará y analizará la información disponible relacionada en las temáticas del componente, así como los estudios técnicos ambientales y de información científica realizados en el área de influencia; se consultará con las entidades oficiales como la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), EAAB: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), Servicio Geológico Colombiano (SGC), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER), Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo Sostenible (CAR) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

A partir de los resultados de los estudios técnicos, se conformará la caracterización geológica superficial y del subsuelo con base en los resultados del plan de exploraciones geotécnicas y ejecutadas en el marco de los estudios de diseño.

Se utilizará el sistema de información del Geoportal del Servicio Geológico Colombiano (SGC), de la Red Sismológica Nacional (RSN), y del Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) como herramientas tecnológicas e instrumentos de apoyo previo de caracterización preliminar del entorno donde se implanta el Proyecto, la cual provee información relevante y acorde con los lineamientos de los contenidos exigidos en los Términos de Referencia.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

### *Evaluación del área de influencia del Proyecto e identificación del área de influencia preliminar*

El primer paso para la definición del área de influencia preliminar del componente es el entendimiento del territorio desde la información secundaria disponible, la información primaria y las implicaciones asociadas a las obras y actividades propias del Proyecto. A partir del conocimiento del territorio y del entendimiento de las obras y actividades asociadas al Proyecto, se realiza una identificación preliminar de los impactos y se evalúa su significancia en las temáticas del componente geoambiental.

Para la definición del área de influencia preliminar del componente geoesférico se tendrán en cuenta variables temáticas tales como la distribución de las unidades geológicas, unidades hidrogeológicas y los cuerpos de agua superficial como los humedales, identificándose a lo largo del trazado, la presencia de los depósitos de llanura aluvial y relictos de rocas cretácicas, que incluyen cerros aislados o relictos de formaciones que conforman el Grupo Guadalupe. El predominio litológico está representado por depósitos cuaternarios que incluye depósitos aluviales y fluvio lacustres de composición variable.

### *Análisis y procesamiento de la información*

En la caracterización geológica e hidrogeológica se incorporará la información obtenida de los estudios técnicos previos y de las investigaciones del subsuelo, correlacionando el dimensionamiento de las obras superficiales como estaciones, patios, etc., así como el de las obras subterráneas. Se integrará la información de referencia obtenida de los estudios técnicos y ambientales. Se elaborará y presentará la cartografía geológica del trazado de la L2MB ajustada a las particularidades del Proyecto y se producirá información geológica en planta y perfiles ilustrativos en los que se puedan identificar los alineamientos principales proyectados y las condiciones geológicas prospectadas en tramos homogéneos a lo largo del Proyecto.

La caracterización hidrogeológica involucra el inventario de puntos de agua subterránea como información base para este componente, a partir de información oficial disponible en la SDA, CAR, ANLA, SGC con su respectiva validación de la condición del punto con una visita de campo. La información que se obtenga del trabajo de campo será evaluada e interpretada con el fin de definir y correlacionar las unidades hidrogeológicas y estimar la posición del nivel freático sobre el trazado de la L2MB.

La información obtenida del inventario sobre el trazado de la L2MB se incorporará en el mapa hidrogeológico, donde cada uno de los puntos de agua subterránea estará documentado con una tabla de atributos que será incorporada en la GDB de esta capa geográfica. Esta tabla tendrá una serie de campos descriptivos, de acuerdo con el modelo de almacenamiento geográfico (Resolución 2182 de 2016 ANLA), en los que para cada registro se incluirá con código de identificación, el nombre del lugar, coordenadas Norte y Oeste de localización espacial, su relación con cada unidad hidrogeológica y profundidad del nivel freático en condición estática; todos los datos obtenidos se incluirán en la caracterización de factibilidad. Los resultados se correlacionan con los resultados de los usos y usuarios asociados en el desarrollo de la línea base ambiental del EIA y de acuerdo con el tipo de acuífero captado y la aproximación de los puntos que pueden ser afectados o intervenidos por el Proyecto, se definirán las implicaciones del mismo hacia este componente; y finalmente se reunirá la información emitida tanto de las entidades como la obtenida producto del inventario.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

La información recopilada se analizará, elaborará y estructurará a nivel documental y cartográfico del componente geoambiental, acorde con los lineamientos exigidos en los TdR ET 05 – EIAS-2021, Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental -EIA TdR-03 (ANLA 2017), Metodología para la Elaboración de Estudios Ambientales según la Resolución MADS 1402 de 2018 de 2018 y, lo establecido en la Resolución MADS 2182 de 2016 “Por la cual se modifica y consolida el Modelo de almacenamiento geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos, Estándares cartográficos establecidos por el Servicio Geológico Colombiano - SGC” y los criterios de diseño geotécnico definidos en el marco de los estudios de ingeniería, teniendo en cuenta el Estudio de Prefactibilidad para la L2MB presentado en mayo de 2021 por Unión Temporal Egis Steer Metro de Bogotá.

#### 3.1.5.2.2 Aspectos hidrogeológicos

Los análisis hidrogeológicos estarán orientados a evaluar los eventuales impactos que puedan presentarse en las aguas subterráneas debido a las obras del Proyecto, en particular en la zona asociada al humedal Juan Amarillo, en la cual el túnel atraviesa un brazo del mismo y bordea su perímetro hacia el nororiente.

Asimismo, los análisis estarán orientados a predecir las implicaciones de los flujos de agua subterránea sobre los procesos constructivos propuestos.

El estudio hidrogeológico considerará las fases de construcción y de operación (comportamiento en el largo plazo) del Proyecto.

Con el fin de evaluar dichos impactos, se plantea un análisis en dos grandes etapas: en una primera etapa se desarrollará el Modelo Hidrogeológico Conceptual (MHC) del sistema y en una segunda etapa el Modelo Hidrogeológico Numérico (MHN) del mismo; en ambas etapas se tendrá como referencia para el desarrollo de los análisis las Especificaciones Técnicas consignadas en el documento ET-05.

El MHC tendrá una estructura convencional conformada por un paquete de estudios básicos y a partir de estos, la caracterización hidrogeológica del sistema y la conceptualización del sistema en términos de descripción de la dinámica hidrogeológica.

El paquete de estudios básicos estará conformado por:

- Estudio Geológico: tiene como objetivo caracterizar la geología de superficie y sub-superficie, así como su geomorfología y delimitar las formaciones geológicas y las estructuras geológicas presentes en la zona.
- Estudio Hidrológico: se centra en los procesos hidrológicos superficiales, como las precipitaciones, escurrimientos y la evaporación, con la finalidad de estimar la recarga del sistema acuífero (infiltración) por precipitación producto de estos fenómenos.
- Estudio Hidráulico: orientado a determinar los rangos y distribución espacial de los parámetros hidráulicos reflejo de las unidades hidrogeológicas, hidráulica de pozos, así como la red de flujo.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Estudio Hidrogeoquímico: en el cual se analizan las características físico-químicas e isotópicas de las aguas subterráneas y, adicionalmente, dichos resultados se utilizan para interpretar y explicar la dinámica de las aguas de la zona y su interacción.

Para desarrollar los estudios básicos se procederá a recopilar toda la información disponible sobre las cuatro temáticas tanto en estudios previos como en las entidades que corresponda. Entre la información por recopilar se destaca la siguiente:

- Cartografía general de la zona
- Topografía
- Mapas geológicos y geomorfológicos
- Información geofísica, en particular sondeos eléctricos verticales realizados en la zona
- Inventarios de puntos de agua subterránea
- Información piezométrica
- Información de pruebas de permeabilidad de la zona (ensayos Lefranc, pruebas de bombeo, pruebas de permeabilidad, etc.)
- Información hidrológica, climatológica y limnimétrica
- Información de muestreos físico-químico de aguas subterráneas
- Información isotópica

A partir de la información recopilada, e involucrando los cuatro componentes básicos (geología, hidrología, hidráulica e hidrogeoquímica), se procederá a definir las fronteras del área de estudio hidrogeológico; como parte de esta definición se realizará una primera evaluación conceptual de posibles impactos del Proyecto a las aguas subterráneas.

Los cuatro estudios básicos se integrarán en la caracterización hidrogeológica del sistema, con la cual se definirán las unidades hidrogeológicas de la zona de estudio.

Finalmente, la articulación de toda la información y estudios hasta aquí mencionados permitirá plantear la conceptualización del funcionamiento del sistema en términos de identificación de flujos e interacciones principales del mismo.

El MHN será desarrollado usando el programa ModFlow y estará basado en el MHC. Las actividades más relevantes que serán desarrolladas como parte del proceso de modelación numérica son las siguientes:

- Discretización horizontal y vertical del área de estudio: en este análisis se evaluarán distintas configuraciones y se elegirá la más apropiada buscando un balance apropiado entre la precisión de los resultados del modelo y la demanda computacional del mismo.
- Definición de condiciones de frontera: tendrá en cuenta variabilidad en el tiempo y en su definición se tendrá especial cuidado en considerar los niveles del humedal.

Las condiciones de frontera que típicamente se utilizan en un sistema de aguas subterráneas como el que se estará modelando incluyen cuerpos de agua lénticos o lóticos, drenes y recarga.

Los cuerpos de agua lénticos corresponden a cuerpos de aguas quietas -en este grupo quedaría clasificado el humedal Juan Amarillo, por ejemplo-, mientras que los cuerpos de agua lóticos corresponden a cuerpos de aguas en movimiento, como el río Salitre, por ejemplo. Tanto los cuerpos de agua lénticos como los lóticos presentan comúnmente variación de sus niveles limnimétricos en función de la época del año y de la ocurrencia de eventos de precipitación y escorrentía. Los niveles de los cuerpos de agua intervienen de manera significativa en el comportamiento de las aguas subterráneas. En el MHN, las condiciones de frontera asociadas a los cuerpos de agua serán representadas teniendo en cuenta su variabilidad geográfica y temporal: a las celdas que representarán este tipo de elementos se les asignará en principio elementos de tipo "River", los cuales permiten definir diferentes cabezas de agua para diferentes intervalos de tiempo. De manera preliminar, se considera que la asignación podrá realizarse por intervalos de tiempo semanales; sin embargo, esta definición específica se realizará una vez se recopile la información disponible en entidades como la CAR o la EAAB. La EAAB cuenta principalmente con registros históricos abundantes de los niveles limnimétricos de los cuerpos de agua de Bogotá y de la zona de estudio en particular. Adicionalmente, se dispone también de modelos hidráulicos que permiten evaluar las condiciones para escenarios particulares como crecientes con diferentes probabilidades de ocurrencia. Esta información permitirá realizar la definición de las condiciones de frontera tipo River en la zona de estudio. Vale la pena mencionar que entre los cuerpos de agua más importantes que se estarán representando -mediante el uso de la herramienta River- en el modelo están el humedal Juan Amarillo y el brazo Tibabuyes del mismo.

La condición de frontera tipo dren se utiliza para representar una cabeza máxima impuesta al sistema, por ejemplo en el caso en que se tenga una excavación en la cual se esté permitiendo el ingreso de aguas de infiltración que lleve al abatimiento del nivel freático hasta el fondo de dicha excavación; en principio, este caso no se presentaría en el desarrollo del Proyecto, pero la herramienta puede utilizarse para representar una situación de contingencia, por ejemplo.

La condición de frontera de recarga se utiliza típicamente para representar el ingreso de aguas provenientes de la infiltración de aguas lluvias, al suelo. La condición de frontera de recarga permite representar la variabilidad espacial y temporal del fenómeno y se fija de acuerdo con los resultados del análisis de recarga que será desarrollado como parte del MHC, los cuales podrán tener una resolución espacial y temporal. Típicamente, la distribución temporal tiene una resolución mensual; sin embargo, en el desarrollo de los modelos (MHC y MHN) la definición se realizará en función de la información disponible y de los resultados que se vayan obteniendo.

En caso de ser necesario, en las fronteras del MHC pueden utilizarse condiciones de frontera tipo Cabeza Constante. Esto puede ser pertinente cuando en cercanías de las fronteras del modelo (pero en el exterior del mismo) existen cuerpos de agua que imponen condiciones al sistema, o cuando se tiene conocimiento de niveles piezométricos medidos en dicha zona periférica. Sin embargo, la condición de modelación más usual es aquella en la que el uso de este tipo de condición de frontera no es necesario debido a que en la definición del área de modelación se buscó utilizar divisorias de aguas subterráneas. En el proceso de construcción del modelo hidrogeológico numérico se evaluará si existe o no necesidad de utilizar condiciones de frontera de tipo Cabeza Constante.

Una vez definidas las condiciones de frontera se procede a asignar los parámetros a las distintas unidades hidrogeológicas y a calibrar el modelo. De estos procesos se incluyen precisiones en las viñetas a continuación.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Parametrización: los parámetros hidrogeológicos base de las unidades hidrogeológicas se definirán a partir de los valores definidos en el MHC.
- Calibración: la calibración tendrá en cuenta el conjunto de datos piezométricos medidos que serán recopilados en el MHC; dependiendo de la extensión de las series que se recopilen se realizará una etapa de validación en la cual una parte de los valores medidos será utilizada para evaluar el ajuste del MHN. Como medidas de bondad de ajuste se utilizarán el MAE (Error Absoluto Medio) y el RMSE (Raíz del Error Cuadrático Medio) como indicadores principales.

Para desarrollar el proceso de calibración se procede comúnmente a realizar simulaciones partiendo de una condición inicial no representativa de la condición de balance del modelo (es común partir de considerar los niveles freáticos en la superficie del terreno), se deja que el modelo encuentre su condición de balance y se compara a esta con la condición medida, representada por el conjunto de niveles piezométricos medidos. El procedimiento de calibración se desarrollará en dos etapas: una primera etapa considerando una condición estacionaria y otra considerando una condición transiente en la que puede apreciarse el comportamiento de las variables en el tiempo.

El proceso de calibración se desarrollará mediante procesos que podrán ser tanto automatizados como manuales. En los procesos automatizados se hace uso de algoritmos de búsqueda del mejor grupo o set de parámetros (conductividades hidráulicas y porosidades de las unidades hidrogeológicas); estos algoritmos desarrollan una rutina en la que se van variando los parámetros y se va midiendo la diferencia en los niveles piezométricos medidos y los niveles piezométricos calculados y cuando la diferencia es inferior a un cierto límite el proceso termina y se reportan los parámetros obtenidos. En cuanto a los procesos manuales, estos siguen la misma lógica pero es el usuario quien va definiendo, con base en el análisis experto de los resultados que se van dando, la dirección en la que se realiza la variación para cada uno de los parámetros (pudiendo mantener algunos de ellos invariables en caso de considerarse pertinente).

- Simulación de escenarios: se incluirán como escenarios la condición actual del sistema, así como su condición durante construcción y durante operación, para condiciones hidrológicas medias y extremas.
- Análisis de sensibilidad: se realizarán análisis de sensibilidad paramétrica para evaluar la variabilidad de los resultados en función de la variabilidad de los parámetros elegidos.

A partir de las simulaciones se extraerán resultados para evaluar el impacto de las obras o la ausencia del mismo en el funcionamiento hidrogeológico del sistema, en particular en términos de comportamiento de niveles freáticos y de flujos de intercambio entre distintas unidades hidrogeológicas, así como entre unidades hidrogeológicas y cuerpos de agua superficial.

Además de aportar la información para cubrir los requerimientos asociados al componente ambiental (ET-05), el modelo hidrogeológico podrá alimentar los análisis técnicos para el diseño del túnel en la medida que permitirá corroborar las condiciones previstas en el diseño, tanto durante construcción como durante operación. Vale la pena mencionar que dichas condiciones contemplan el que no se presenten infiltraciones ni en la fase de construcción ni en la fase de operación. En la fase de construcción, el sistema de presurización del frente de excavación de la tuneladora EPB permite evitar las infiltraciones, así como también el uso del método convencional (e.g. conexiones entre tubos o pozos), según corresponda, permite restringir las infiltraciones por riesgo de estabilidad y/o subsidencia



(como parte del sistema de trabajo se propone el uso de inyecciones para mejoramiento del terreno). Una vez terminadas las obras, el sistema no debe presentar infiltraciones durante la operación.

### 3.1.5.2.3 Aspectos geotécnicos

En términos generales, el perfil del subsuelo a lo largo de la L2MB proyectada en el Estudio de Prefactibilidad indica que se cruzará por materiales de origen lacustre y aluvial, con depósitos mayormente compuestos por arcillas.

De la información de referencia presentada en el Estudios de Prefactibilidad elaborado por Egis Steer (2021), se concluye que la zona del humedal Juan Amarillo corresponde con la zona III, la cual se caracteriza por estar compuesta en su parte superior por rellenos antrópicos y suelos, con medio a alto contenido orgánico y en espesores variables de 0.70 m a 2.40 m. Luego se prevé una secuencia de arcillas de bajo contenido de limos, con humedad alta a muy alta (valor medio de 103% y picos de 242%) y una plasticidad alta a muy alta, llegando estos materiales a profundidades hasta del orden de los 22 m en la capa explorada en los estudios previos.

La profundidad a la que se encuentra el nivel freático reportado en la información de referencia del Estudio de Prefactibilidad indica que es relativamente superficial y variable entre 1 a 10 m de profundidad, con valores de 2 a 4 m en la información secundaria disponible.

La L2MB, según el Estudio de Prefactibilidad, muestra que se pasará por debajo del cuerpo de agua del humedal Juan Amarillo en un brazo del mismo, y que corresponde con uno de los sitios singulares de baja cobertura del recorrido de la línea, donde la clave del túnel estará del orden de 12.6 m del fondo del humedal, por lo que lo hace uno de los sitios críticos, no sólo por las condiciones particulares geológicas - geotécnicas y baja cobertura, sino por estar cruzando un cuerpo de agua, lo que lo enmarca dentro de un contexto ambiental importante.

Desde el punto de vista geotécnico, para afrontar este aspecto crítico lo primero que se hará es recopilar información geológica y geotécnica de la zona, que en conjunto con las exploraciones geotécnicas planteada permita integrar un modelo geológico-geotécnico razonable, bajo diferentes aspectos como son: posición del nivel freático en la zona, litología de los materiales que serán cruzados por la línea del Metro y parámetros geotécnicos de los materiales tanto de resistencia, deformabilidad, etc, en cumplimiento de lo establecido en la Especificación Técnica ET 10.

La construcción de la L2MB subterránea inevitablemente estará acompañada de descompresión y movimientos del terreno excavado, que en condiciones de materiales cohesivos, suelos saturados y baja cobertura, produce una perturbación del medio que se manifiesta en superficie, por una cuenca de subsidencia o cubeta de asentamientos, centrada en el eje del túnel y con extensión en el avance respecto al frente de excavación.

La subsidencia, en términos generales, se puede atribuir a dos mecanismos (Attewell, 1987):

a) El primero es la subsidencia a corto plazo, causada por la relajación de esfuerzos del terreno delante del frente y detrás del escudo de la máquina, donde algunos autores la denominan subsidencia por pérdida de volumen, la cual depende de las características del terreno, de las condiciones hidrogeológicas del subsuelo y en gran parte de la



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

modalidad de avance de la máquina relativo al “gap” y conicidad del escudo, de la entrada de tierra en la cabeza de la tuneladora y del “gap” de cola (calidad de la inyección de contacto detrás de los anillos de soporte y presión aplicada al frente, entre otros). Esta subsidencia se manifiesta metros adelante antes del paso de la máquina, y termina semanas después de que la máquina haya pasado por un sitio específico.

b) El segundo mecanismo es la subsidencia a largo plazo, que esencialmente corresponde a fenómenos de consolidación del terreno especialmente en suelos cohesivos compresibles (arcillas), cuya magnitud depende de las características geotécnicas del material y de las condiciones hidrogeológicas, y en consecuencia de los cambios de las presiones intersticiales que ocurren en el suelo en el entorno de la excavación. En ese proceso se produce un fenómeno de disipación de exceso de presión de poros, y consecuentemente una disminución de la relación de vacíos y del volumen total del suelo afectado. Este tipo de subsidencia se manifiesta días después del paso de la máquina por un punto específico, lo que puede continuar por años. Perri G. (2014).

Para efectos de analizar estos efectos en las edificaciones y demás infraestructura del corredor de la L2MB, como también el paso bajo de los cuerpos de agua en proximidades del trazado, se procederá a analizar las campanas de asentamientos, revisando en todos los casos el cumplimiento de valores que en principio no superen más de 1 cm, o valores dentro de umbrales admisibles, como también las distorsiones estructurales en caso de edificaciones cercanas, para lo cual se aplicarán métodos, empíricos, analíticos y numéricos en 2D y 3D respectivamente.

Para efectos de controlar los desplazamientos y asegurar la estabilidad del frente de excavación y la estabilidad global, y reducir los efectos de subsidencia, se utilizará el sistema de máquinas EPBS o máquinas con escudos de presión de tierra balanceada. Con dicho sistema se establece un equilibrio entre el empuje del terreno (considerando también la presión intersticial) y la presión ejercida por el material excavado que es contenido en la cámara de excavación. Cualquier desequilibrio entre estos volúmenes puede provocar la caída de presión del frente o la reducción de la tasa o velocidad de avance de la excavación, con la parada de la EPB y, consecuentemente, el apelmazamiento de material en la cámara de excavación. Romero, A y Herranz, C.(2014).

La EPB permiten estabilizar el frente de excavación con la contrapresión transmitida por parte de la tierra ya excavada, previamente acondicionada y mezclada en el mismo frente de la excavación en la cámara de presión, desde la cual se va evacuando el material por medio del tornillo sin fin, con solo la cantidad que se excava, manteniendo dentro de la cámara de tierra un volumen prácticamente constante.

Para efectos de la excavación con dicho sistema constructivo, se utilizan aditivos para el acondicionamiento y corrección de los cambios en la humedad y granulometría del terreno excavado en el frente. Para ese propósito, se utilizan espumas para sustituir los finos faltantes y el agua intersticial. Todos estos aspectos serán analizados para efecto de optimizar el sistema constructivo con máquinas EPB, reducir los impactos y garantizar la productividad del sistema.

Como sistema de contención o soporte y/o revestimiento se utilizarán dovelas prefabricadas que serán analizadas y diseñadas para contener la presión de tierras, así como las presiones que se generan por los empujes de la máquina EPB, puesto que ésta avanza y se apoya en el anillo de dovelas recién montado durante el proceso de excavación. El diseño de estas dovelas dependerá de las condiciones de interacción con el sistema de empuje de la máquina (gatos), entre otros, así como de cargas estáticas correspondientes al soporte de la cavidad, y las de movilización, montaje y almacenamiento de estos elementos prefabricados estructurales.

Puesto que aún con el sistema EPB puede ocurrir que no se elimine del todo el riesgo de desplazamientos o asentamientos, este sistema constructivo en ambientes urbanos a veces se combina con la protección de las estructuras e infraestructura existente mediante técnicas que incluyen inyecciones de consolidación, compactación, compensación o jet grouting, con miras a impermeabilizar y mejorar mecánicamente el subsuelo. Tales protecciones pueden realizarse desde superficie, desde pozos o galerías, o desde las mismas máquinas TBM, aspectos que serán revisados en los sitios críticos del trazado de la L2MB.

### 3.1.6 Avance de la factibilidad ambiental

Teniendo en cuenta el estudio de Prefactibilidad para la L2MB presentado en mayo de 2021 por Unión Temporal Egis Steer Metro de Bogotá, Producto 5 – \_ Identificación de problemáticas ambientales y sociales Entregable 9 – \_Identificación de condiciones ambientales, sociales y prediales | Capítulo 2 Ambiental, se verificarán las condiciones y requerimientos del Proyecto para su cofinanciamiento y se presentarán los temas más relevantes desde el punto de vista ambiental, para lograr los avales técnicos necesarios en el marco de la información obtenida para la fecha, tanto de los estudios anteriormente realizados como del avance del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la L2MB.

Es importante mencionar que la consultoría antes mencionada (Unión Temporal Egis Steer Metro de Bogotá ), aclaró en su documento que realizó el análisis de 18 alternativas y que la alternativa de la Av72-Av Cali- Alo en tipología subterránea fue la que obtuvo mejor calificación y la que tiene un menor impacto ambiental, lo anterior enmarcado en los requerimientos de cofinanciamiento.

### 3.1.7 Puntos críticos para el desarrollo del Proyecto identificados en el componente técnico

Los siguientes corresponden a los puntos críticos del Proyecto inicialmente identificados en el componente técnico, que aparte de requerir planteamientos de solución debidamente sustentados por la Asesoría, necesitarán concertación temprana con EMB y las autoridades distritales a través de mesas y talleres de trabajo **que se acordarán en el desarrollo de los trabajos**, los cuales permitirán analizar su impacto en el Proyecto y mitigar eventuales retrasos en su desarrollo:

1. Incorporación de usuarios provenientes de los Municipios de Chía y Cota en el estudio de demanda.
2. Definición y validación del tipo de túnel por excavar (monotubo / bitubo), considerando las zonas de logística, y los portales o puntos de inicio y salida de las tuneladoras.
3. Desplazamiento del trazado del túnel en las intersecciones provistas de puentes viales, teniendo en cuenta que una vez definida la intervención o no de los puentes y/o obras mayores, se materializarán los documentos técnicos que apliquen como solución integral.
4. Adquisición de predios localizados sobre el túnel.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

5. Tipología de las estaciones y ajustes de localización, garantizando su integración con proyectos existentes y futuros.
6. Definición de la cola de maniobras por efecto de la necesaria articulación del Proyecto con el Corredor Verde de la Carrera 7, con el deprimido previsto en la PLMB en la intersección de la Av. Caracas con Calle 72 y con la estación de integración con la PLMB.
7. Paso por el humedal Juan Amarillo.
8. Localización óptima del túnel y estaciones en la reserva de la ALO por efecto de los futuros proyectos del Distrito en la misma.
9. Posible eliminación del soterrado y cambio a túnel en el último sector de la reserva ALO por la presencia del canal Cafam y las redes de servicio público que lo atraviesan, considerando en los análisis el punto límite de la zona inundable y los posibles cambios que se requieran en cuanto a la definición de la tipología y ubicación de la última estación (Estación 11).
10. Verificación de la ubicación del patio-taller según el alcance del Apéndice 1, y uso actual y futuro del pondaje existente al interior del predio de Fontanar del Río seleccionado en el Estudio de Prefactibilidad.
11. Localización de las subestaciones eléctricas requeridas a lo largo del trazado.
12. Validación de las premisas iniciales de la Asesoría en cuanto a la definición de los distintos subsistemas ferroviarios.

### 3.2. ENFOQUE FINANCIERO

Se procurará que el proyecto esté suficientemente desarrollado para ser comercialmente viable, sostenible y bancable, que el interés y capacidad del mercado hayan sido probados, y que el contrato haya sido desarrollado con una adecuada distribución de riesgos.

La estructuración financiera pretende:

- Analizar potenciales fuentes de ingresos del Proyecto.
- Investigar las opciones para la financiación del Proyecto.
- Determinar una estrategia preliminar de financiación con base en los objetivos de simplicidad, buscando el mayor término de deuda posible y limitando las garantías a otorgarse, los pactos adicionales y el costo.
- Estimación preliminar de la estructura deuda capital que necesita el Proyecto.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Analizar los efectos de variables macroeconómicas internas y externas en la tasa de cambio que pueden llegar afectar el desarrollo del proyecto tales como movimientos de la tasa de interés, cambios en la política fiscal, inflación y el grado de inversión de Colombia.
- Analizar esquemas de remuneración y el efecto de pagos en divisas diferentes al peso colombiano.
- Analizar eventuales requerimientos de garantías otorgadas para el proyecto por parte del gobierno y de otras entidades.
- Analizar la necesidad de endeudamiento y el impacto financiero de las garantías y sus correspondientes contragarantías traerían sobre el Proyecto.

La financiación de proyectos de transporte urbano es un gran desafío para cualquier ciudad. Dados los importantes requerimientos de capital, las limitantes presupuestales y la coyuntura económica, entre otros, resulta importante buscar fuentes de recursos que puedan apalancar la inversión en proyectos de gran envergadura. Es así que se debe estructurar el proyecto de tal manera que se obtengan claros beneficios para la sociedad y para el Distrito, pero que al mismo tiempo sea atractivo para potenciales inversionistas y sea bancable.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)



Figura 8. Características de los proyectos bancables  
Fuente: Unión Temporal Movius

Nos parece fundamental destacar los siguientes aspectos desde el componente financiero para la efectiva ejecución de las tareas y el cumplimiento de los plazos:

1. La estructuración financiera se realizará de la mano con los estructuradores técnicos, quienes serán los proveedores de información técnica que alimentará la estructuración financiera, y con los estructuradores legales, quienes recibirán la información y los apéndices financieros necesarios para el desarrollo de esta asesoría y evaluarán los aspectos jurídicos que impacten la estructuración. En otras palabras, la estructuración financiera estará coordinada con los componentes técnicos y legales y se retroalimentará de los productos de estos dos componentes.
2. Partiendo de la debida diligencia financiera y de riesgos, se identificarán los aspectos críticos para ser tenidos en cuenta dentro de la Asesoría. Esta información tomará como referencia los estudios realizados en la PLMB, buscando construir sobre los puntos acordados.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

3. Teniendo en cuenta la información técnica disponible en las primeras fases, se propone plantear una estructura de transacción preliminar que permita tener una salida temprana al mercado, con el fin de medir el interés de los posibles participantes, financiadores, aseguradoras, entre otros.
4. Se buscará un esquema de transacción que esté acorde con la situación actual del país y sus finanzas. Para esto, es importante considerar experiencias en estructuraciones y financiaciones recientes.
5. Con la elaboración del modelo financiero, se propone un esquema de auditoría permanente de éste, aprovechando el conocimiento y prácticas reconocidas por parte de KPMG en este tipo de tareas.
6. Buscando estar acorde con las metodologías recientes para asignación y valoración de riesgos, se dispondrá de un equipo experimentado, con experiencia nacional e internacional, y amplio recorrido en los procesos de aprobación interno. Este equipo será complementado con la participación de la empresa especialista en riesgos, trayendo metodologías de valoración novedosas y mejores prácticas donde se requiera.

La L2MB, y tal como fue el caso de la PLMB, cuenta con una necesidad de optimización y racionalización de los costos de inversión y costos operativos del Proyecto. En este sentido, y en el objetivo de racionalizar sus costos, se deberá realizar una debida diligencia del proceso de estructuración de la PLMB de tal manera que se pueden evaluar la racionalidad de las decisiones que se tomaron en aquel momento y que se vuelvan a considerar los aspectos más condicionantes de estas decisiones sobre el modelo de negocio que se definió para la PLMB.

De hecho, a lo largo de los servicios de la Asesoría se determinarán y evaluarán las distintas fuentes de financiamiento y el apetito de los sectores bancarios y privados con vista al financiamiento de la L2MB en función del modelo de negocio que se irá definiendo y proponiendo.

Por otra parte, nuestro enfoque técnico estará basado sobre la elaboración de especificaciones técnicas que tomarán en cuenta potenciales ahorros de escala con el proyecto de PLMB, siempre y cuando correspondan con los objetivos planteados para la L2MB.

Por lo anterior, a lo largo del servicio de Asesoría se determinarán y evaluarán las fuentes de fondeo, las distintas fuentes de financiamiento y el apetito de los sectores bancarios y privados para el financiamiento de la L2MB en función del modelo de negocio que se irá definiendo y proponiendo.

### 3.2.1. Puntos críticos

Los proyectos de infraestructura del tipo metro presentan retos importantes y puntos clave desde el ámbito financiero que deben ser atendidos desde la estructuración. A continuación se presentan algunos puntos críticos que serán claves para el desarrollo del Proyecto, con base en nuestra experiencia en proyectos de infraestructura de transporte a nivel nacional e internacional y los avances que se tuvieron en la PLMB:

Tabla 18. Puntos críticos para el desarrollo del Proyecto

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Retos	Avances Línea 1	Mecanismos de mitigación / Oportunidades
1. Identificación de fuentes de fondeo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aportes de EMB</li> <li>- TPEs</li> <li>- Esquemas de Garantía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar las condiciones del sistema tarifario de transporte público de pasajeros.</li> <li>- Revisar estudios pertinentes de la generación de ingresos diferentes a aportes públicos o recursos de EMB.</li> <li>- Analizar esquema de garantías</li> </ul>
2. Capacidad financiera de EMB, la Nación y el Distrito	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vigencias futuras del Distrito y Nación</li> <li>- Endeudamiento de EMB con la Banca Multilateral para garantizar la remuneración planteada en el contrato.</li> <li>- Desde 2017, Fitch Ratings le ha asignado la calificación AAA de largo plazo y F1+(col) a la calificación nacional de corto plazo a EMB.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar situación actual de capacidad fiscal del Distrito y la Nación.</li> <li>- Analizar una financiación más “sofisticada”, dado que EMB tiene experiencia, capacidad y calificación. Liberación de carga fiscal y más gestión por parte de los inversionistas</li> </ul>
3. Identificación de fuentes de financiación <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad / disposición de la banca local e internacional</li> <li>- Disponibilidad de regulación y mecanismos para facilitar y mitigar riesgos de los financiadores</li> <li>- Tipo de moneda para la financiación</li> <li>- Efecto Covid y pérdida grado de inversión del país</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No riesgo comercial en los mecanismos de pago</li> <li>- Pagos por avance de obra</li> <li>- TPEs</li> <li>- Pago en dólares para el componente de material rodante.</li> <li>- Incentivos para finalizar pronto las obras de construcción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hacer sondeo de mercado para identificar apetito en financiación de metros / trenes</li> <li>- Iniciar contacto temprano para demostrar perfil de riesgo diferenciado y potenciales coberturas</li> <li>- Sensibilizar a financiadores locales sobre riesgos diferenciales</li> <li>- Diseñar mecanismos de pago eficientes al contratista</li> <li>- Alineación de incentivos (obra, cronograma, pagos por disponibilidad).</li> </ul>
4. Tamaño de la transacción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un solo contrato alineado con el esquema de riesgos y la financiación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis del contexto actual y la capacidad del mercado para un solo contrato</li> </ul>
5. Interés del mercado (inversionistas, constructores, proveedores, entre otros) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis del Efecto Covid</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siete proponentes presentaron manifestación de interés en la etapa de precalificación, sin embargo, solo dos propuestas fueron presentadas en el proceso de licitación (cuyos sponsors fueron compañías constructoras)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salida al mercado desde muy temprano con una hoja de términos preliminar.</li> <li>- Mejorar la pluralidad de oferentes</li> <li>- Modelo de negocio adecuado bajo el contexto actual.</li> </ul>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

<p>6. Perfil del Inversionista - Requerimientos y costos adicionales en procesos locales</p>	<p>- Sponsors de perfil constructor. - Listado de inversionistas con inconvenientes para participar en la transacción.</p>	<p>- Identificar y revisar indicadores de gestión y capacidad. - Búsqueda de inversionistas adicionales (Fondos de Capital Privado, etc.).</p>
<p>7. Identificación de riesgos y capacidad y montos de las garantías/solidaridad responsabilidad</p>	<p>- Asignación de riesgos adecuada - Estructura de pólizas colocadas. - Enfoque hacia la garantía bancaria</p>	<p>- Fase temprana de mercadeo donde se discuta con las aseguradoras y bancos la estructura de la transacción.</p>

### 3.2.1.1. Identificación fuentes de fondeo

Las fuentes de fondeo corresponden a los potenciales ingresos que se generarán al prestar el servicio por parte de la empresa concesionaria. Específicamente, pueden ser pagos del usuario (tarifas), aportes públicos o una combinación de ambos.

- Sobre los pagos del usuario (tarifas), se revisará la proyección de la demanda en el análisis financiero del proyecto y se analizará la pertinencia y la potencial aplicación de la utilización de estos recursos en el proyecto no solo desde el punto financiero sino legal y de riesgos. Para lo anterior, es importante analizar la experiencia de la PLMB donde este tipo de ingreso no fue utilizado, ya que se definió que el riesgo comercial sería asignado al sector público.
- Sobre los pagos directos del Estado basados en disponibilidad y desempeño, estos consisten en pagos realizados por EMB siempre y cuando la infraestructura se encuentre disponible y cumple con determinados indicadores de desempeño (KPIs por sus siglas en inglés). La metodología de determinación inicial y el ajuste de los pagos que realice EMB serán determinantes en la asignación de riesgos y establecimiento de incentivos. Para lo anterior, se establecen bonos y penalidades que pueden establecerse de manera independiente o bien ligarse a pagos del Estado. Estas pueden estar ligadas a hitos o factores especiales de desempeño.
- Otros ingresos:
  - Ingresos asociados a la explotación económica de la infraestructura. Se identificará y revisará la viabilidad de incorporar diferentes fuentes de ingresos de explotación comercial, con el fin de determinar cuáles pueden tener mayor certeza en su estimación para poder servir como fuente de pago para el proyecto. Dentro de esta categoría, el estudio incluye, pero no se limita, a las siguientes fuentes: ingresos por arrendamiento de locales comerciales, ingresos por publicidad, servicios de conectividad, entre otros.
  - Ingresos asociados al desarrollo inmobiliario/captura de valor. Se revisarán los avances que ha realizado la EMB en cuanto a sus estrategias de captura de valor, así como lo propuesto en el POT, y se plantearán las posibles estrategias a futuro para que estas puedan desarrollarse.

La determinación de las fuentes de fondeo estará directamente relacionada con la demanda estimada por el servicio que brindará el proyecto, la cual también será un determinante de la inversión inicial y costos periódicos de operación



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

y mantenimiento. Por lo tanto, será necesario recopilar y analizar los documentos que regulan las condiciones del sistema tarifario de transporte público de pasajeros en el Distrito de Bogotá.

### 3.2.1.2. Capacidad fiscal de la Empresa Metro, Nación y el Distrito

Es necesario recopilar y analizar la documentación relacionada con la situación fiscal del Distrito de Bogotá y la Nación, específicamente el Marco Fiscal de Mediano Plazo (MFMP) y el Marco de Gasto de Mediano Plazo (MGMP), a fin de conocer a profundidad la disponibilidad de espacios fiscales que permitan convertirse en fuentes de pago y posibles estructuras de financiación del Proyecto por parte de EMB. Para lo anterior se requiere:

- Analizar las proyecciones de ingresos, gastos, capacidad de endeudamiento y estado de las vigencias futuras del Distrito y la Nación.
- Identificar las oportunidades y retos de financiación en cada una de sus fases, asociados a los recursos provenientes del Distrito y la Nación.
- Realizar las reuniones pertinentes y suficientes con la Secretaría Distrital de Hacienda y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público.
- Analizar la situación actual de los mercados de capitales local e internacional para evaluar la posibilidad de financiar el Proyecto mediante mecanismos como emisiones públicas o privadas de bonos o titularizaciones, entre otros.

### 3.2.1.3. Identificación fuentes de financiación

La financiación de proyectos de tipo Metro generalmente está dividida en: 1) construcción de la infraestructura (rieles, estaciones, patio taller y centro de operaciones) y 2) los equipos y el material rodante.

- La estructura de financiación para la parte de construcción suele tener una estructura de costos denominada, en mayor medida, en moneda local que, de ser eficiente, se refleja en la financiación. Una de las opciones a revisar será una mezcla entre facilidades de capital de trabajo de corto plazo y deuda y aportes de capital de mayor plazo. En este punto debe realizarse un análisis de alternativas con participación de FDN (garantías, subsidios, etc.), mercado de capitales, fondos de deuda y/o multilaterales.
- Con respecto al equity, se realizará una investigación del apetito de inversionistas institucionales con respecto al Proyecto. Aun así, será necesario tener en cuenta que este tipo de inversionistas se encuentran más activos en mercados como los renovables, carreteras y aeropuertos. En el caso de trenes, podrían estar más interesados en entrar a una operación existente (mercado secundario).
- La estructura de financiación para los equipos y el material rodante por parte de fabricantes internacionales es relativamente estándar, con la opción de financiación internacional, asegurada por ECAs – los precios se basan

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

en acuerdos de la OCDE para ECAs y los costos adicionales dependen de intercambio de divisas y cobertura de intereses. Generalmente, la cobertura de ECAs es de hasta 85%-90% de la financiación. Por otra parte, se deberá analizar la posibilidad de esquemas ROSCOs (Rolling Stock Companies) o contratos de provisión de material rodante, que son los vehículos financieros que financian y hacen leasing de material rodante en el Reino Unido.

En la financiación, los siguientes puntos son cruciales:

- Tamaño y asignación de riesgos: se debe analizar 1) la experiencia internacional y de la primera línea del metro; 2) historia de involucramiento del sector privado en proyectos de este tamaño y complejidad, para ver el tamaño de la participación que estarían dispuestos a tomar; 3) los riesgos potenciales como demanda; 4) En la posibilidad de dividir la construcción en varias partes o tramos; 5) basado en la experiencia, evaluar los pros y contras de asignar una mayor cantidad de riesgo al gobierno para atraer más proponentes, y 6) cuál es el impacto de las decisiones en asignación de riesgos en el detalle de los estudios técnicos que deben ser desarrollados antes de la licitación.
- Se debe considerar el tamaño de la financiación privada en proyectos anteriores en Colombia y la asignación de riesgos detrás. Se debe evaluar el impacto de medidas que estén en implementación para aumentar la liquidez, la disminución de riesgos del proyecto para incrementar la disponibilidad de fondos y la disponibilidad de equity.
- Capacidad de intervención del Gobierno: se deben entender las restricciones fiscales del Gobierno. Esto puede afectar en la asignación de riesgos.

Durante el último año, por el efecto Covid, se ha observado que la financiación de proyectos de infraestructura ha sido afectada por la reducción de la liquidez del mercado y el endurecimiento de las líneas de crédito. Las empresas más grandes involucradas en grandes proyectos que son estratégicos para la recuperación de la economía estarán en mejor posición que las pequeñas y medianas empresas para enfrentar tramos de liquidez en los próximos meses.

Algunos aspectos como la depreciación de la moneda hacen que el acceso a coberturas cambiarias sea más difícil y aumente la dependencia de deuda local a largo plazo. El financiamiento en moneda local será más importante para reducir los costos fiscales de los descalces de financiamiento de moneda en el financiamiento de proyectos.

En el 2020, los bancos se vieron limitados a financiar la escasez de liquidez o capital de trabajo en proyectos de infraestructura. Esto se vio agravado por otras restricciones de balance vinculadas a su cartera de préstamos comerciales y domésticos, a medida que las economías se desaceleren o entren en recesión. Un avance importante para tener en cuenta durante el primer semestre de 2020 es el aumento de la exposición de los inversionistas institucionales al financiamiento de proyectos y acuerdos financiados por empresas a través de bonos o fondos de deuda. Por ejemplo, a nivel global el financiamiento con bonos ha representado el 39 por ciento de la deuda total durante el 2020 en comparación con el 17 por ciento durante el 2019.

Desarrollar estructuras e instrumentos financieros replicables para movilizar inversionistas a largo plazo. Implica el desarrollo de soluciones financieras con componentes potencialmente combinados proporcionados, según corresponda, por las Bancas de Desarrollo Nacionales. Estas soluciones incluyen bonos de proyectos, fondos de

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

infraestructura, facilidades de liquidez, garantías, plataformas de financiamiento mixto o modelos de financiamiento subnacional, entre otros.

A medida que el financiamiento bancario se vuelve más escaso, debido al creciente apalancamiento de los bancos y al deterioro de los balances, es probable que aumente la demanda de financiamiento privado de prestamistas no bancarios a través de fondos de deuda. Es probable que la cantidad y el tamaño de estos fondos crezcan debido a una combinación de rendimientos de capital más bajos causados por el endurecimiento de las curvas de rendimiento y la consolidación de la deuda de infraestructura como una clase de activo.

En general, el apetito de los inversionistas institucionales por los activos de renta fija a largo plazo de los mercados emergentes y las economías en desarrollo (EMDE por sus siglas en inglés) no ha cambiado mucho en el contexto actual de rendimientos mundiales históricamente bajos. Después de la incertidumbre inicial que siguió al inicio de la crisis del COVID-19, el apetito por la deuda de los mercados emergentes ha aumentado. Aun así, persiste la incertidumbre sobre el continuo apetito de las instituciones inversionistas para el riesgo de las Economías Emergentes. Esto dependerá, entre otros factores, de las políticas monetarias en las Economías Avanzadas y su impacto en las tasas de interés. Es probable que se mantenga el apetito inversor por las Economías Emergentes, pero los inversionistas serán más selectivos en aquellos países con marcos fiscales más sólidos y sectores financieros más profundos.

Los inversionistas institucionales nacionales (fondos de pensiones y compañías de seguros) generalmente se encuentran muy por debajo de su potencial para respaldar una agenda de financiamiento de infraestructura a largo plazo. Aunque hay avances, hay argumentos sólidos para apoyar tanto a los responsables de la formulación de políticas como a los inversionistas en el desarrollo de las condiciones para una mayor movilización hacia la infraestructura, manteniendo al mismo tiempo estrategias de inversión prudentes.

Así mismo, es importante tener en cuenta que en los últimos años ha habido un mayor enfoque en las finanzas sostenibles, con un aumento en la deuda vinculada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la financiación temática. Según un estudio del Banco Mundial del año pasado, la participación de los bonos verdes en la emisión total ha sido superior al 45 por ciento desde 2015 y los fondos ESG (siglas que significan environmental, social and governance) se han triplicado a más de \$ 1 billón de dólares. La deuda sostenible ha representado más del 35 por ciento de las emisiones del año. La pandemia de COVID-19 ha puesto de manifiesto la importancia de la agenda de finanzas sostenibles, ya que muchos inversionistas están priorizando cada vez más las cuestiones sociales y ambientales en sus estrategias.

#### 3.2.1.4. Tamaño del proyecto

Al analizar los proyectos de infraestructura *Project finance Non-Recourse or limited-recourse* más importantes de los últimos años en Colombia, como el programa de cuarta y quinta generación de carreteras, podemos encontrar contratos cuyo CAPEX oscila entre USD 400 y 900 millones.

La L2MB puede alcanzar un nivel de necesidad potencial de recursos financieros de aproximadamente USD 4.000 – 5.000 millones de dólares, similar al de la PLMB. Por lo tanto, la alta concentración de recursos para un proyecto

implica la necesidad imperativa de contemplar desde el momento de su estructuración que éste sea lo suficientemente robusto de tal manera que resulte atractivo y viable para las fuentes locales e internacionales de recursos.

#### 3.2.1.5. Interés del mercado

Es importante hacer un acercamiento con el mercado (sobre todo bancos comerciales, agencias multilaterales y agencias nacionales de financiamiento) para que den una opinión sobre la solidez de los supuestos (de costos, financieros, de mercado, etc.), la robustez del modelo financiero, la propuesta de repartición de riesgos y la bancabilidad del proyecto. También es importante evaluar la experiencia, capacidad y profundidad del mercado (bancario principalmente) para financiar este tipo de proyectos.

La balanceada distribución de riesgos público-privada es clave para lograr atraer la participación de postores calificados y generar competencia, teniendo en cuenta la problemática que implica la participación del sector privado en proyectos cuya viabilidad (inversiones más costos de operación) no puede asegurarse por los ingresos tarifarios. El asignar riesgos excesivos al sector privado por parte del sector público aumenta los precios ofrecidos por los contratistas en los procesos licitatorios de construcción; mientras, al reducir excesivamente los riesgos, se reducen los precios en los procesos licitatorios, generando un posible incremento en futuros sobrecostos.

Para entender lo que buscan las instituciones financieras en un proyecto, a continuación, se presentan algunas de las principales preocupaciones de la banca.

- Seguridad de que el flujo de caja del proyecto cumpla con los requerimientos de reintegro de deuda.
- “Bancabilidad” de los compromisos del sector público; Efectividad y aplicabilidad del modelo contractual seleccionado para la ejecución del proyecto.
- Derecho a intervenir en el evento de una falla del proyecto (“*step in rights*”), cláusulas de toma de posesión de las concesiones y disponibilidad de contratistas alternos.
- Capacidad de los contratistas a cumplir con sus obligaciones contractuales / calidad de su gestión.
- Rentabilidad de los contratistas y calidad de las garantías del contratista.
- Que los riesgos sean entendidos, controlables, finitos y apropiadamente distribuidos entre las partes; Reputación (ambiental, social).
- Efectividad de la cobertura de seguro donde sea necesaria.

#### 3.2.1.6. Perfil del Inversionista

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

En un proyecto de infraestructura con participación público-privada, el sector privado tiene que conocer y aceptar las características del mismo. Para lo anterior, se debe buscar de los interesados:

- Capacidades del contratista para entregar y suministrar los activos y servicios en tiempo y presupuesto
- Disponibilidad y experiencia en la consecución de financiamiento a largo plazo.
- Capacidad financiera para realizar inversiones de equity.

### 3.2.1.7. Riesgos

Se procurará que los riesgos del proyecto hayan sido totalmente identificados y su potencial asignación evaluada. Para lo anterior, se deberá realizar una matriz de riesgo que identifique los riesgos a cargo de las partes del contrato, que clasifique estos riesgos dependiendo de su impacto y probabilidad, e indique al responsable, incluyendo igualmente una estrategia de mitigación. Así mismo, se analizará el tema de riesgos asegurables y las potenciales pólizas que podrá tener el proyecto.

Para los riesgos asignados al público o compartidos por este, que se identifiquen dentro del área valorable, se: i) presentará la valoración cuantitativa del mismo, utilizando las nuevas metodologías aprobadas por el MHCP a finales del 2019 y ii) propondrá un Plan de Aportes destinado al Fondo de Contingencias de las Entidades Estatales (FCEE) con su respectivo cronograma de desembolsos.

Para los riesgos que no se encuentran dentro de la metodología de valoración del MHCP, como los eventos asegurables se tendrá en cuenta valoraciones propias del mercado asegurador y/o a través de Paneles de Expertos como lo establece la Nota Técnica 6 del DNP.

### 3.3. ENFOQUE LEGAL

Como parte del desarrollo del componente legal de la estructuración, se definirán los siguientes aspectos que serán importantes para adelantar una estructuración exitosa y que a nuestro juicio corresponden a actividades críticas en el curso de la estructuración del proyecto, garantizando el cumplimiento de los objetivos trazados para la estructuración del Proyecto, velando por el cumplimiento de los plazos e hitos definidos:

- Definición de la Ley del Contrato: Dentro del análisis jurídico que se realizará, se encuentra la definición de la ley aplicable al contrato que suscriba EMB con el contratista. Para el efecto, será necesario analizar el marco legal aplicable contenido en la Ley 80 de 1993, la Ley 1508 de 2012, la Ley 1882 de 2018, la Ley 1955 de 2019 y el decreto reglamentario del sector de planeación (Decreto 1082 de 2015).

Adicionalmente, en el evento en que EMB (como producto de la estructuración) decida suscribir contratos de empréstito con entidades multilaterales (i.e. BEI, BID o BIRF), se elaborarán los contratos de empréstito que vaya a suscribir la EMB, y así mismo se realizará el análisis del marco legal aplicable a la contratación de

proyectos financiados con recursos provenientes de este tipo de entidades. Específicamente, esta regulación se encuentra en el segundo inciso del artículo 20 de la Ley 1150 de 2007.

- Definición de la fuente de los recursos: Como parte de la estructuración legal, y en conjunto con la estructuración financiera, para la consecución de recursos del Proyecto, se analizará la conveniencia de suscribir con La Nación y con el Distrito Capital un convenio de cofinanciación, a partir del cual se logre el compromiso de vigencias futuras por parte de estas dos Entidades, para la ejecución del Proyecto.

Así mismo, se analizará la conveniencia jurídica, y en concordancia con la estructuración financiera, de suscribir contratos de empréstito con entidades multilaterales, que faciliten el flujo eficiente de recursos para la ejecución del Proyecto.

- Esquemas para facilitar la financiación: La estructuración jurídica se realizará de tal forma que permita la bancabilidad del Proyecto, generando interés en los potenciales prestamistas. Igualmente, se buscará definir mecanismos de financiación no tradicionales, como pueden ser las titularizaciones a largo plazo o estructuradas por EMB (ej. TPE's) o incluso por el mismo contratista.
- Incorporación de recomendaciones de los Entes de Control: En la elaboración de los documentos se tendrán en cuenta las recomendaciones realizadas por entes de control (i.e. Procuraduría y Contraloría), con la finalidad de implementar en el contrato, mecanismos de mitigación frente a las recomendaciones que estos organismos efectúen en relación con el contrato, en ejercicio de su función preventiva y concomitante.

### 3.4. MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS

Nuestro compromiso a lo largo del servicio consistirá en la gestión y mitigación permanente de los impactos del Proyecto y en la búsqueda permanente del cumplimiento de sus objetivos.

Nuestro enfoque al respecto estará basado sobre lo siguiente:

- La consideración alta y prioritaria de los riesgos geológicos, dado el tipo de Proyecto que se va a implementar
- La consideración alta y prioritaria de los impactos asociados con los temas ambientales y sociales
- La definición de procedimientos constructivos adaptados que permiten la mitigación de los impactos
- La definición de un plan de manejo de tránsito general adecuado para la fase de obras
- La definición de medidas que permitirán la continuidad en la operación de TransMilenio durante la ejecución de las obras de metro sin degradación del nivel de servicio
- La elaboración de un plan de desvío/protección de las redes de servicios existentes adaptado al cronograma del Proyecto y a las obras previstas por las empresas de servicios
- La minimización de las adquisiciones prediales necesarias
- La minimización de los impactos de la L2MB sobre la PLMB en el caso de que existan

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

### 3.5. METODOLOGÍA

Es importante recalcar que la integración como se define conforme al Contrato Interadministrativo se encuentra desarrollada dentro de todo el documento del Plan de Trabajo. Vale la pena destacar que este capítulo presenta la metodología de desarrollo de toda la información base que será necesaria para realizar la posterior integración.



Figura 9. Fases y componentes para el desarrollo de los servicios de asesoría  
Fuente: Elaboración propia

#### 3.5.1. Componente técnico

##### 3.5.1.1. Gestión de las interfaces técnicas y funcionales

La Asesoría prestará una atención máxima a la coordinación general y especialmente a la gestión de interfaces, tanto externas como internas, debido a la gran envergadura del Proyecto, con numerosos proyectos externos previstos a lo largo de su trazado, y un contexto local de gran complejidad técnica con condicionantes sísmicos y geotécnicos importantes e integración con el BRT de TransMilenio.

La experiencia de SYSTRA en proyectos de metros internacionales de gran envergadura, así como el gran conocimiento local de INGETEC, avala la decisión de disponer de personal específico a tiempo completo para la coordinación general y la gestión de interfaces.

Igualmente, se implementará un sistema de control técnico-administrativo de seguimiento e identificación de interfaces entre sistemas y/o subsistemas de la L2MB.

Se desarrollará un plan de gestión de interfaces para identificar las interfaces claves entre las diferentes disciplinas requeridas durante toda la vida del Proyecto, el cual se tiene previsto entregar el 13/12/2021. El Coordinador Técnico dirigirá esta actividad y llevará a cabo revisiones y comprobaciones interdisciplinarias para asegurarse de que los diseños del Proyecto se hayan coordinado adecuadamente y que no haya conflictos en el progreso de los diversos diseños del mismo. La clave para que esto sea un éxito reside en mantener reuniones periódicas con los diversos equipos previstos, para asegurar la coherencia con la matriz de interfaz de sistemas y que cualquier conflicto pueda solucionarse dentro de un plazo acordado.

Estas actividades de gestión de interfaces abarcan lo siguiente:

- Interfaces entre obras civiles y sistemas: cumplimiento de los requerimientos de los sistemas hacia la ingeniería civil y al revés
- Interfaces entre sistemas: articulación entre subsistemas, compatibilidad, etc.

Nuestra propuesta de gestión de las interfaces incluye lo siguiente:

- Identificación de un solo responsable de interfaz para cada interfaz identificada que tendrá como papel la descripción detallada de la interfaz, su seguimiento y la resolución de aspectos asociado con la interfaz correspondiente
- Categorización de las interfaces (funcional, tecnológica, etc.)
- Definición de lineamientos de seguimiento y gestión de las interfaces para todas las etapas del proyecto

De acuerdo con lo solicitado en el numeral 5.2 del Apéndice 1, la Asesoría emitirá un documento de control de interfaces para garantizar que todos los diseños estarán coordinados y adaptados, con el fin de conseguir un proyecto global consistente en que queden reflejados los resultados de los diseños y de los estudios sociales, ambientales y prediales.

En el mismo, se considerará la identificación, definición, tratamiento y seguimiento de la evolución de las interfaces, y se indicará la forma en la que se integran cada una de las partes principales en las que se divide el Proyecto, es decir, infraestructura, instalaciones, sistemas y material rodante. Dicho documento se presentará luego de terminar la etapa de debida diligencia, el 13/12/2021.

### 3.5.1.2. Planteamiento de la Ingeniería de Sistema Integrada incluyendo la gestión de las exigencias

La metodología de los sistemas, del material rodante, del complejo patio/talleres, del RAM+S, de la operación y del mantenimiento se presenta basándose en los entregables establecidos en los Términos de Referencia. Encima de las especificaciones, la Asesoría expone sus principios para desarrollar un acercamiento integrado y coordinado de los estudios.



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

La figura siguiente ilustra el proceso de un proyecto de transporte que tiene forma de un ciclo en V. En su ramal descendente, el ciclo en V prepara su ramal ascendente que permitirá verificar que las opciones e intenciones de desempeño han sido alcanzadas.

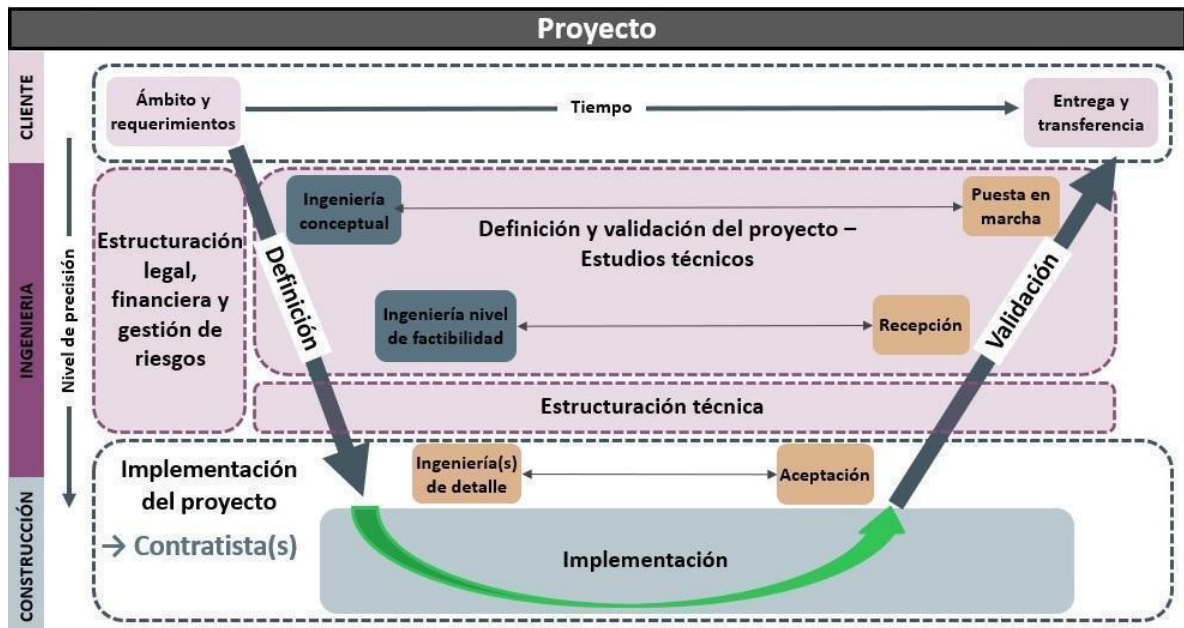


Figura 10. Ciclo en V de ingeniería  
Fuente: Elaboración propia

Además, se debe entender que las especificaciones de los varios componentes no son documentos independientes sino relacionados de manera muy estrecha y compleja y que se elabora una jerarquía entre ellos.

De hecho, se anticipa que cualquiera que sea la estrategia de licitación, todos los licitantes o todas las empresas de los consorcios licitantes tendrán en mano los documentos llave como una referencia común a todos los componentes de la L2MB, incluyendo los lotes de obras civiles, los trenes y los sistemas ferroviarios.

Los documentos llave son:

- Un programa preliminar de operación
- Un programa preliminar de mantenimiento
- Un programa general de RAM+S
- Una matriz de interfaces

Estos documentos se preparan en la fase inicial de definición del Proyecto y describirán el desempeño de alto nivel de la L2MB en términos de capacidad, seguridad y de confort del punto de vista del usuario y del operador.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Las especificaciones de los varios componentes reflejarán tales exigencias a sus niveles, y la dirección técnica de la Asesoría verificará la consistencia entre las exigencias generales y su interpretación particular a cada uno de los componentes.

Habiendo finalizado una estrategia de licitación, la Asesoría identificará las interfaces técnicas y contractuales resultantes del desglose y establecerá las relaciones necesarias entre lotes. Tal proceso es necesario dentro de un esquema de Diseño/Construcción de manera que el consorcio (o los consorcios), o los socios de un consorcio, tengan la misma descripción de las interfaces, así como de su asignación. Luego se desarrollarán las especificaciones de manera integrada y coherente, evitando las contradicciones o las interpretaciones unilaterales de los licitantes.

Considerando los sistemas, el material rodante y el complejo patio/talleres, la Asesoría elaborará las especificaciones a un nivel de detalle suficiente y necesario para dejar a los licitantes proponer sus soluciones industriales, limitando las adaptaciones a un mínimo exigido por las marcas llave de la L2MB (capacidad, seguridad y confort), evitando sobre costos de desarrollo específico y manteniendo una competencia abierta con el objetivo de un CAPEX controlado.

Tal proceso es típico de un desarrollo de los estudios y del Proyecto de tipo Ingeniería de Sistema Integrada que servirá también en las fases de construcción de la línea. Es la manera más segura para garantizar el CAPEX y sobre todo el OPEX en el futuro.

La Asesoría trata solamente del ramal descendente del ciclo V del Proyecto, pero se plantea desde esta etapa la parte ascendente del ciclo V, durante la cual se realizan los ensayos y pruebas de los sistemas de manera separada e integrada.

Llegando al nivel de la licitación global o por lotes separados, EMB tendrá un conjunto técnico consistente que permitirá realizar los ensayos y pruebas de manera clara, y que habrá identificado los responsables de cada interfaz.

### 3.5.1.3. Estimación de la demanda (Entregable 5/ET-01)<sup>9</sup>

#### ***Debida Diligencia***

Se procederá con la recopilación y análisis de la información disponible y se adelantará un análisis descriptivo del modelo de transporte proporcionado por la Secretaría Distrital de Movilidad para los efectos del Estudio de Demanda (última versión del modelo, en el cual se han incluido redes y matrices que consideran la L2MB y visiones de desarrollo de la ciudad), con el objetivo de caracterizar sus bondades como herramienta para la estimación de demanda solicitada. Así mismo, se analizará la información secundaria que se haya utilizado en la construcción del modelo de transporte, como el impacto de los supuestos de COVID-19 y otros.

---

<sup>9</sup> La metodología descrita para la ejecución de este entregable se complementará y presentará junto con los respectivos criterios de diseño.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Las actividades por desarrollar para el cumplimiento del alcance contractual serán las siguientes: recopilación y análisis de la información disponible; análisis descriptivo del modelo de transporte proporcionado por la Secretaría Distrital de Movilidad; caracterización de las bondades como herramienta para la estimación de demanda; recopilación de información de impactos COVID con fuentes tales como Ministerio de Hacienda, Transmilenio y SDM.

Como resultado (según ET01, numeral.1, Debida Diligencia), se obtendrá un informe resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que se consolidará un análisis descriptivo del modelo de transporte de la Secretaría Distrital de Movilidad y la utilidad que éste tendrá como insumo para la estimación de demanda solicitada.

### **Fase 1**

En esta fase se entregarán las estimaciones de demanda del Proyecto a partir de la información disponible (dispuesta por la SDM) y utilizando como base el modelo de 4 etapas más actualizado de la SDM, para lo cual se desarrollarán las siguientes actividades según la ET01:

Se construirá una metodología en la que se plasmará la forma como se consideraba la estimación de la demanda para municipios como Chía y Cota.

Se realizará la estimación de demanda de la L2MB bajo diferentes escenarios y cortes temporales. Los escenarios y cortes temporales se definirán en conjunto con FDN y EMB, en cumplimiento de lo establecido en la Resolución 20203040013685 del Ministerio de Transporte.

Se definirán tres diferentes desarrollos de ciudad (crecimiento de población y usos del suelo), “visiones”, los cuales serán suministrados por EMB. De igual forma, se planteará una metodología por si se requiere obtener vectores adicionales para proyectar y evaluar diferentes cortes temporales.

En los cortes temporales establecidos se evaluarán tres diferentes escenarios de oferta de transporte. Para ello, EMB definirá la oferta y los parámetros técnicos operacionales de los modos de transporte público masivo diferentes a Metro; se harán planteamientos de los tres escenarios de oferta de transporte, en donde se sugiere considerar el primero como la base para la estimación de beneficios del Proyecto, el cual es un asunto importante en el marco de la Estructuración. Tanto los escenarios como los parámetros técnicos de los diferentes modos de transporte de la ciudad serán concertados con EMB.

Se desarrollarán ejercicios de sensibilidad a variables tales como: a) Tarifa del Metro e integración, con otros modos, b) Velocidad operacional – tiempo de parada, c) Tiempo de acceso a estaciones y penalidad de transferencia. Respecto a la cantidad de escenarios, estos se definirán en coordinación con EMB, con la finalidad de optimizar el proceso de la modelación de transporte.

Se realizará un análisis de sensibilidad con aspectos post COVID, en el cual se evalúe el posible impacto del COVID en la demanda de la L2MB. De igual forma, se presentará ante EMB una metodología para su desarrollo. Para este análisis, se tendrá en cuenta información y análisis adelantados por el Distrito, particularmente la SDM y

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

TransMilenio.

Por último, se presentarán los resultados de los escenarios en cada corte temporal. Los principales resultados por obtener son: viajes producidos y atraídos por los municipios aledaños que usarán la L2MB; viajes dentro de Bogotá que usarán la L2MB; número de viajes atraídos por la L2MB de otros modos de transporte (% atraído de cada modo); número de abordajes por cada estación del sistema; número de transferencias por estación, desde y hacia la L2MB diferenciadas por modo; expansión a día, mes y año de los resultados de demanda de todo el sistema de transporte público de la ciudad según parámetros y factores empleados usualmente para estos efectos (parámetros que serán un insumo); número y ubicación de estaciones; cargas máximas en la L2MB; carga de otros corredores de transporte público; e indicadores de tiempo de viaje.

## **Fase 2**

En la segunda fase de la estimación de demanda se hará la evaluación del comportamiento de la misma bajo supuestos financieros, económicos, sociales y operacionales según se desarrolle la estructuración integral del Proyecto, para lo cual se tendrá una interacción entre Modelo de Demanda, Modelo Financiero y Modelos de Operación. Para estas estimaciones de demanda se tendrán en cuenta las siguientes actividades:

Se estimará el número de viajes que se espera utilicen la L2MB.

Se realizarán iteraciones con el modelo operacional y financiero, con el fin de afinar los resultados de demanda de acuerdo con los requerimientos derivados de aquellos.

Se realizará la propuesta de alimentación y reestructuración de rutas de transporte público e intermunicipales en el área de influencia.

Se presentarán las estrategias y metodología para estimar la demanda de conexión con otros modos de transporte, motorizados y no motorizados.

Los Resultados para la Fase 2, serán los siguientes: la estimación del número de viajes que se espera utilizarán la L2MB y de los que realicen en alguna etapa en bicicleta; la propuesta de alimentación/racionalización de rutas de transporte público e intermunicipal en el área de influencia; y la estimación de la demanda captada por la L2MB proveniente de la conexión con otros modos de transporte, motorizados y no motorizados.

Se precisa que cada uno de los alcances incluidos en la ET01 se plasmarán en el documento “METODOLOGÍA PARA DESARROLLAR EL ESTUDIO DE DEMANDA”, en el cual se definirá metodológicamente cada una de los temas anteriormente mencionados.

### 3.5.1.4. Desarrollo de los entregables - Componente técnico<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Excepto en el caso de los Entregables E2, E4, E21, E22 y E23, la metodología descrita en el presente numeral para la preparación de los diferentes entregables se complementará y presentará junto con los respectivos criterios de diseño.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

## **Debida diligencia técnica (Entregable 2)**

La fase de debida diligencia constituye una actividad clave que permite:

(i) Evaluar la robustez de la información y de los avances del Proyecto definidos en los estudios previos (en este caso, el estudio de prefactibilidad de la L2MB).

(ii) Evaluar y ensamblar la información disponible sobre el Proyecto y sobre los demás proyectos urbanos y de infraestructura que hay que considerar en relación con los impactos mutuales que pueden tener con el Proyecto de L2MB

(iii) Actualizar la información disponible en relación con el desempeño de la PLMB que pueda ser útil para el desarrollo de los servicios de asesoría desde el punto de vista de la constitución de una fotografía del entorno urbano del Proyecto (tanto en el día de hoy como proyectándose al nivel del horizonte temporal de la implementación de la L2MB).

(iv) Alimentar el proceso de consolidación de la información con experiencias internacionales y/o nacionales para su aplicación al caso de la L2MB cada vez que sea relevante (Benchmarking, véase numeral 3.5.2.1.1.).

(v) Poner de relieve los elementos y problemáticas claves asociadas con todas las disciplinas técnicas de los servicios de Asesoría, así como las numerosas interfaces que conllevan

El informe de debida diligencia contendrá las siguientes secciones:

- Una sección que evaluará de manera global la consistencia global del proyecto tal y como existe en este momento y que determinará los eventuales conflictos entre los distintos componentes del Proyecto, así como la coherencia general de sus componentes. En esta sección se evaluarán, entre otros, las interfaces y potenciales conflictos con proyectos urbanos y de infraestructura que se encuentren tanto el ámbito directo del Proyecto como los que puedan tener un impacto sobre el Proyecto de L2MB.
- Una sección que se desarrollará al nivel de cada disciplina (o ET), que permitirá establecer una visión consolidada a raíz de los objetivos antes mencionados.

La actividad debe permitir circunscribirse a los perímetros geográficos y técnicos del Proyecto, de tal manera que se pueda acordar y validar un punto de arranque de los servicios de asesoría técnica desde la perspectiva de los objetivos antes mencionados.

Concretamente, se trata de validar y cerrar al final de esta actividad, no obstante los desarrollos requeridos en los distintos entregables desde el punto de vista técnico de inicio del Proyecto, sin que los servicios de asesoría técnica puedan sufrir en su desempeño por la incorporación tardía de informaciones adicionales que podrían generar reprocesos y demoras.

Para el desarrollo de esta actividad se requerirá:

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Obtener toda la información de base requerida para el desarrollo de la actividad en las condiciones mencionadas con anterioridad.
- Validar con la EMB las premisas de trabajo que conformarán los insumos e hipótesis tanto al nivel de cada disciplina como al nivel de la coherencia de los componentes del Proyecto entre ellos. Esto se aplica para el informe técnico requerido para el aval técnico y fiscal del proyecto (Entregable 4) y para las demás actividades de la Fase 3 de los servicios de asesoría técnica.

El logro de estas metas permitirá que todos los actores tengan una misma visión de los desafíos del Proyecto y de la asesoría técnica, y que todos hablen un idioma común. Concretamente, se trata de evitar que queden “zonas grises” en las hipótesis o premisas de trabajo que pueden ser causa de importantes impactos en términos de reprocesos o de retrasos, y que pueden de vez en cuando necesitar trabajos paralelos basados sobre hipótesis distintas.

#### **Informe ejecutivo, Valoración y certificación CAPEX y OPEX (Entregable 4)**

Dentro de las actividades a desarrollar para definir el CAPEX y OPEX como documento complementario al informe técnico Aval Técnico y Fiscal (ATF) se tienen las siguientes:

- Ajustes y/o modificación de los resultados de la debida diligencia técnica.
- Complementación de los costos de inversión inicial (CAPEX) de acuerdo con el avance de las definiciones y criterios de diseño de los aspectos de mayor incidencia sobre el proyecto identificados en la debida diligencia.
- Consolidación de la información de acuerdo con la estructura prevista en las especificaciones contractuales, es decir, el presupuesto se dividirá en cuatro secciones: (S1) Obra civil, (S2) Instalaciones y Equipo, (S3) Material Rodante y adquisición de trenes y (S4) Varios (resultados según el avance de los estudios).
- Definición de niveles de incertidumbre de acuerdo con el avance de los estudios y diseños de factibilidad e información complementaria identificada. Se buscará definir niveles de incertidumbres según los capítulos de cada sección, en procura de tener la mejor aproximación a los resultados finales del estudio de factibilidad.
- Definición de los aspectos relevantes a ser desarrollados en las siguientes etapas de estudio para cerrar los niveles de incertidumbre y precisar al final de los estudios de factibilidad.
- Apoyo a la modelación financiera, buscando alternativas para la optimización y viabilización del CAPEX.
- Ajustes y/o modificación de los resultados del OPEX de la debida diligencia técnica.
- Complementación de los costos de operación y mantenimiento (OPEX) en virtud de los resultados de la debida diligencia y avance de los programas de operación y mantenimiento preliminares.
- Desagregación de costos del OPEX (si el avance de las actividades lo facilitan) en los siguientes grupos; Material rodante, CBTC, Scada-Telecomunicaciones, PDA - Infraestructura estaciones, Peaje, Vía férrea, Energía (instalaciones), E&M, Patio - Taller, Consumo energía, Pólizas de seguro y Soporte administrativo.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Apoyo a la modelación financiera, buscando alternativas para la optimización y viabilización del OPEX.

Como resultado de la revisión de la información existente complementada con los estudios y diseños de factibilidad realizados a la fecha se presentará el resumen ejecutivo de avance del proyecto, el cual contendrá al menos la siguiente información:

- Antecedentes
- Levantamiento de línea base del Proyecto
- Definición de criterios y parámetros de diseño
- Estimación de costos de inversión iniciales (CapEx) y de Operación y mantenimiento (OpEx)
- Estado del avance del análisis financiero
- Estado del avance del análisis legal
- Estado del avance de la identificación de riesgos

#### **Informe técnico aval técnico (Entregable 4)**

El informe técnico para el Aval Técnico y Fiscal (ATF) tiene como objetivo fundamental la entrega de un resumen ejecutivo de conformidad con lo esperado para los trámites del ATF. En ese sentido, es clave que el Proyecto cuente con un nivel de consolidación elevado que permita limitar las incertidumbres sobre el CAPEX y el OPEX, entre otros.

Para ello, es crucial que el Proyecto disponga en aquel momento de un sustento técnico que tendrá que materializarse a través de una línea base consolidada que pueda resolver una parte importante de las problemáticas identificadas en la debida diligencia. En este sentido, se precisa que la asesoría técnica requiera resolver por lo menos los siguientes aspectos:

- El alineamiento, tomando en cuenta la política de gestión predial y la configuración del túnel
- El dimensionamiento de la infraestructura, basado en la demanda esperada y en las premisas de un plan de operación preliminar robusto
- La validación inicial de objetivos RAMS y funcionales asociados con los sistemas ferroviarios
- Las potenciales sinergias operacionales con la PLMB

Durante esta Fase 2 se requerirá un soporte eficiente de la EMB en la toma de decisiones y/o en la validación de hipótesis, de tal manera que se pueda lograr este hito en los tiempos establecidos y con el nivel de precisión esperado para el ATF.

En la continuidad y en paralelo de las actividades de debida diligencia, se organizarán mesas y talleres de trabajo cuyo contenido estará enfocado sobre la resolución y/o los avances de temas esenciales, tal y como el alineamiento del Proyecto, el dimensionamiento de la infraestructura, la validación de hipótesis de demanda y de las premisas operacionales, y la definición de objetivos básicos para los sistemas ferroviarios, entre otros.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Concretamente, se irá precisando y resolviendo problemáticas centrales del Proyecto a través de:

- Una evaluación detallada de la información disponible
- La definición de hipótesis y premisas de trabajo permitida por la organización de mesas y talleres de trabajo con la FDN, EMB y otros actores centrales
- La validación de estas hipótesis y premisas de trabajos
- La descripción básica de los componentes del proyecto que conformarán el contenido del informe ejecutivo para el ATF
- La definición de costos de inversión y operacionales relacionados con el nivel de consolidación del Proyecto que se haya podido lograr en este momento, subrayando entre otros los niveles de incertidumbres frente a estos costos

Cabe mencionar que el nivel de detalle que se pretende lograr a través de estos ejercicios no corresponde con un nivel de detalle en sí, sino que se intentará acercarse lo más posible de lo esperado al final de la Fase 3 con base en la información disponible, las actividades de debida diligencia, y la validación de hipótesis y premisas por parte de EMB cuando sea requerido.

El éxito de la Fase 2 y el logro de este hito reside en el compromiso y en la participación de todos los actores involucrados. Al final se tratará de minimizar las diferencias entre lo que saldrá de este ejercicio y lo que resultará de la Fase 3. En este sentido, es fundamental que los asesores técnicos, FDN, EMB y las entidades gubernamentales acuerden lo antes posible las expectativas de este informe frente a lo que objetivamente se puede desarrollar dentro de los plazos establecidos. Para el efecto, se plantea que FDN coordine las mesas y talleres de trabajo que correspondan.

Cabe precisar que los servicios de asesoría técnica irán tomando caminos paralelos:

1. Para el informe técnico del ATF (Fase 2): en las condiciones precisadas anteriormente y dentro de un cronograma apretado
2. Para las actividades de diseño de la Fase 3 que irán ajustando y detallando los desarrollos presentados en la Fase 2 (véase el cronograma del Plan de Trabajo - Anexo 1)

Al final se tratará de minimizar las diferencias entre los resultados de la Fase 2 y los de la Fase 3.

### **Topografía (Entregable 5/ET-06)**

#### *Marco de referencia*

Con el fin de realizar los amarres horizontales del proyecto se realizará un marco de referencia, el cual estará conformado por 43 vértices GPS, distribuidos a lo largo del corredor. Dicho marco será materializado para zonas



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

duras en mojones de concreto son de 30 cm x 30 cm x 80 cm de alto, sobresaliendo 7 cm del terreno natural y las mediciones se toman sobre el centro de la placa de aluminio, mientras que para las zonas duras se materializan placas de aluminio incrustada en sardineles, andenes, zonas duras o cualquier otro lugar que garantice su permanencia y posterior localización para su replanteo en la etapa de construcción.

El Marco de Referencia estará amarrado geográficamente a la red Magna Eco del IGAC y cada uno de los vértices será georeferenciado mediante la metodología de doble determinación.

#### *Nivelación geométrica*

Una vez realizado el marco de referencia se procederá a realizar la nivelación geométrica de dicha red, la cual se realizará mediante circuitos de nivelación con longitudes máximas de 1 km. Estas nivelaciones deberán garantizar la precisión mínima establecida en la ET06 de  $\pm 0.012$  por kilómetro y estarán amarradas al NP más cercano al proyecto.

Adicionalmente se realizará la nivelación geométrica de los pozos y elementos de la red de alcantarillado de la zona.

#### *Toma ortofotomosaico*

Previo a la elaboración del levantamiento LiDAR se realizará la toma de fotografías aéreas georeferenciadas del corredor de los estudios. Estas fotografías serán tomadas con un drone y tendrán una resolución mínima de 10 cm / píxel.

#### *Levantamiento LiDAR*

Para el levantamiento de detalles del Proyecto se realizará un levantamiento topográfico LiDAR, el cual será hecho con dos metodologías: La primera, utilizando un drone al cual se le adaptará un sensor LiDAR, con el fin de tomar la información topográfica del corredor objeto de estudio, y la segunda mediante LiDAR terrestre, con el que se complementará la información aérea. A partir de esta metodología se obtendrá una nube de puntos tridimensional, con la cual se realizarán los Modelos Digitales de Superficie y Terreno a escala 1:1000, y posteriormente una planimetría en 3D y curvas de nivel separadas cada 1,0 metro.

#### *Levantamiento de complementación*

Adicional al levantamiento LiDAR, se realizará un levantamiento de complementación, el cual será hecho con metodología convencional, mediante el uso de estaciones topográficas totales y receptores GPS trabajando en sistema RTK. Dentro de esta etapa se levantarán aquellos elementos que no podrán ser capturados mediante el levantamiento LiDAR (divisiones prediales, bordes de vía, sardineles, obras hidráulicas especiales y datos básicos de las redes secas e hidrosanitarias existentes, bajo las especificaciones técnicas).

Con este estudio topográfico será posible realizar una complementación a la información existente, generada para otros proyectos a lo largo del corredor de la línea, con lo cual se realizará una integración entre dicha información existente y el nuevo levantamiento.

### **Interferencias con redes de servicios (Entregable 6/ET-09)**

Esta actividad tiene los siguientes y objetivos:

- Identificar las interferencias por tipo de red.
- Proponer la solución de las interferencias, optimizando la topología de las redes y minimizando necesidades de obras civiles.
- Documentar la ubicación y descripción de las redes existentes y presentar un presupuesto a nivel de factibilidad que incluya los costos estimados por reposición y/o reubicación.

Para el cumplimiento de tales objetivos, la Asesoría:

- Cuenta con un amplio conocimiento del marco normativo, regulatorio y legal aplicable, en particular en lo concerniente a la Ley 1682 del 2013 y al Plan de Ordenamiento Territorial.
- Cuenta con la experiencia en la elaboración de levantamientos e inventarios de redes en áreas urbanas densamente pobladas, como en la Troncal de las Américas, TransMilenio Carrera Séptima y estudios anteriores del Metro de Bogotá.
- Tiene presencia local permanente, ha establecido contactos previos con operadores de redes, y tiene amplio conocimiento y experiencia en la gestión de trámites ante los operadores de red principales.

Las actividades específicas por ejecutarse son las siguientes:

- Consulta de información secundaria, recorridos en campo para la elaboración del diagnóstico e inventario de redes.
- Identificación de interferencias y acercamientos con las dependencias designadas por las empresas de servicios públicos.
- Alineamiento de interferencias (proposición de reubicación de redes en conflicto con las estaciones de la L2MB y otras obras proyectadas).
- Elaboración de lista de cantidades, memorias y presupuesto, y presentación de informe con conclusiones y recomendaciones generales y específicas.

La metodología prevista es la siguiente:

- Se establecerán criterios de diseño, definiendo claramente todo lo relacionado con parámetros técnicos y normatividad aplicable para desarrollar los estudios y diseños de las redes.
- Se recopilará y consultará la información disponible de etapas anteriores disponibles en las entidades prestadoras de servicios públicos en la zona, para identificar de manera preliminar las redes que presenten interferencias con el Proyecto y la aplicabilidad de las normas locales de las ESP (Empresas de Servicios Públicos).

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Se hará un acercamiento a los representantes de las empresas de servicios públicos para conformar la base de datos actualizada de redes.
- Se realizará la implantación de redes existentes sobre el trazado del proyecto y se identificarán las posibles interferencias.
- Se harán visitas a sitios críticos definidos en conjunto con las ESP y la Interventoría para detallar y proponer la solución de las interferencias críticas (por ejemplo, en sitios de estaciones e intersecciones viales importantes).
- Se elaborarán los planos de diseño conceptual de las soluciones (alineamiento de interferencias) y se elaborará la lista de cantidades y presupuesto.

#### **Diseño geométrico vial (Entregable 6/ET-07)**

El objetivo de esta actividad es el desarrollo de los sistemas viales ajustados al trazado de la L2MB. Utilizando la tecnología disponible para diseño geométrico vial y apoyándose en la normatividad vigente aplicable a este tipo de proyectos, se procederá al diseño a nivel de factibilidad garantizando el empalme a la infraestructura existente como lo exige un estudio urbano de esta naturaleza.

Las actividades específicas por ejecutarse son las siguientes:

- Recopilación de la información
- Definición del esquema vial, con una coordinación multidisciplinaria que además tenga en cuenta el POT vigente.
- Análisis de alternativas
- Diseños de factibilidad

A partir del conocimiento que se tiene de proyectos de vías urbanas y sistemas BRT (TransMilenio Caracas, Américas, Calle 26, Carrera 10, Carrera 7, ALO, Av. Centenario y PLMB), se definirán los requerimientos de información que garanticen la inclusión de todos los aspectos que influyen en el diseño geométrico de un sistema vial que armonice con la infraestructura del Metro.

Se revisará toda la información previa con el fin de tenerla en cuenta en los diseños por ejecutar.

El levantamiento topográfico permitirá crear un modelo digital de terreno (MDT) que será la base para desarrollar los diseños viales. De manera conjunta con las demás áreas participantes en el Proyecto, se definirá el mejor trazado que garantice la conexión y facilite la circulación de todos los tipos de usuarios que usarán el Proyecto.

Según el alcance del proyecto en la "ET07 - Diseño geométrico vial" se requiere el diseño de no sólo de las zonas intervenidas en superficie, sino de las vías bajo las cuales se implantará la línea de Metro<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> "4 ALCANCE

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Una vez definido el esquema general de los corredores por diseñar, se identificarán los tramos que pueden ser susceptibles de implementar más de una alternativa, para proceder a un análisis y toma de decisiones.

Una vez aprobado y definido el esquema general del Proyecto, y de la mano de las recomendaciones de señalización, PMT y seguridad vial, se procederá al diseño geométrico a nivel de factibilidad sobre el MDT general de las vías requeridas, implementando un ensamblaje de la sección transversal que permita generar un modelo que se acomode a la tipología definida para cada corredor por la Secretaría Distrital de Planeación y sea acorde con las recomendaciones de drenaje definidas en el estudio.

Como resultado de este trabajo se presentarán planos de planta perfil y secciones transversales en los tamaños y escalas establecidas por EMB. El modelo consolidado en el software de diseño se validará para entregar el cálculo de las cantidades de obra y los reportes con los elementos geométricos del corredor vial. Se presentarán conclusiones y recomendaciones para la implementación del diseño con base en la experiencia de proyectos construidos sobre los cuales se ha hecho el diseño, supervisión y asesoría.

#### **Geotecnia y pavimentos (Entregable 6/ET-10)**

Los trabajos por desarrollar se enmarcan en el cumplimiento de los requerimientos de la Especificación Técnica 10 - Geotecnia y Pavimentos; a continuación se describen los aspectos relevantes relacionados con los trabajos por desarrollar:

El objetivo de esta actividad es establecer las características geotécnicas de los materiales presentes a lo largo del corredor y definir las recomendaciones geotécnicas de cimentación de las estructuras proyectadas. Dentro de tales estructuras contempladas se tienen estaciones, puentes peatonales, viaductos de la línea elevada, excavaciones del tramo soterrado, redes de servicio, conformación de los rellenos en la zona de Patio-Taller y estructuras de pavimento a lo largo de las zonas de desvío.

Los trabajos se ejecutarán mediante una revisión detallada de la información de referencia y análisis de los requerimientos geotécnicos del Proyecto, con el propósito de definir los recursos necesarios para reducir las incertidumbres del modelo geotécnico y llevar a cabo los análisis de ingeniería conducentes a evaluar las condiciones relevantes de resistencia, deformación y flujo (permeabilidad).

Las actividades necesarias para alcanzar los objetivos previstos en los estudios de Geotecnia y Pavimentos son las siguientes:

---

*El alcance del proyecto a nivel de diseño geométrico se centra en la definición del trazado de factibilidad de la infraestructura vial de las vías bajo las cuales se implantará la línea de Metro, toda la infraestructura que se vea afectada por la implantación del proyecto, así como las vías necesarias para acceder a la infraestructura complementaria, tal como patios y talleres, el cual deberá permitir la adopción de la reserva vial del corredor en caso de requerirse. Igualmente, de acuerdo con los lineamientos de la SDP, en caso de requerirse, se deberá diseñar el tramo de vía que conectaría la Avenida Ciudad de Cali con la Avenida Longitudinal de Occidente sobre el trazado de la línea. ”.*

---

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Análisis del marco geotécnico del Proyecto con base en los estudios de zonificación geotécnica y sísmica que se tienen en la ciudad.
- Evaluación de estudios previos relacionados con el Proyecto y otros proyectos en los cuales se pueda aprovechar información para la caracterización del corredor.
- Identificación de las características de las estructuras proyectadas que tengan relevancia desde el punto de vista geotécnico. Dentro de estas características relevantes se tienen aspectos tales como la geometría, cargas, requerimientos de desempeño y sistemas constructivos. Se prestará especial atención a la posible afectación de construcciones cercanas durante y después del proceso constructivo.
- Definición un plan de exploración del subsuelo en concordancia con los requerimientos de la Especificación ET10 y las consideraciones adicionales necesarias para reducir las incertidumbres en el modelo geotécnico de análisis del corredor. El plan de exploración establecido contempla el desarrollo de dos fases de investigación del subsuelo; la primera fase busca tener una aproximación del modelo geotécnico para contar con una primera aproximación de las soluciones geotécnicas y posteriormente, en una segunda fase, complementar el modelo geotécnico del Proyecto. **La separación en dos fases de ejecución se realizará de acuerdo con los requerimientos de los Hitos #2 y #3 del contrato y se presentará en detalle en el Plan de Exploraciones del Proyecto.**
- En este plan de exploración se contemplan las técnicas de exploración requeridas para los materiales esperados a lo largo del mismo, así como la ejecución de pruebas de campo para obtener los parámetros por emplear en los diseños geotécnicos.
- Ejecución del plan de exploración aprobado. Estos trabajos se desarrollarán con base en un cronograma, disponiendo los recursos técnicos necesarios para su ejecución y bajo la supervisión de un ingeniero en campo, quien analizará los requerimientos en sitio para ejecutar los trabajos minimizando el impacto a las actividades que se desarrollen en cada sector; hará un seguimiento de las procedimientos de muestreo y avance de las exploraciones de acuerdo con los requerimientos del Proyecto, y verificará una adecuada preparación de las muestras y traslado a los laboratorio para ejecutar las pruebas requeridas.
- En laboratorio se llevará a cabo una verificación de las muestras recuperadas y se seleccionarán aquellas sobre las cuales se ejecutarán los ensayos, los cuales se definirán dependiendo de los tipos de muestras, profundidad y tipo de estructura por diseñar.
- Con base en los resultados de las exploraciones, se planteará un modelo geotécnico en el cual se involucran los resultados obtenidos en las pruebas de campo y ensayos de laboratorio. El modelo geotécnico establecerá la secuencia estratigráfica de los materiales, sus espesores, ubicación de niveles freáticos, propiedades de resistencia y deformación. La escala de trabajo será acorde con la influencia de las cargas impuestas por las estructuras; en el caso de las cimentaciones del viaducto, cimentaciones y línea subterránea, se buscará tener un conocimiento en profundidad suficiente para analizar la profundidad de influencias de las cargas impuestas.
- En cuanto a los estudios de pavimentos, la extensión del modelo geotécnico está definida por la profundidad de exploración directa mediante apiques y la interpretación de la información de georradar, en el cual se busca establecer los espesores de las estructuras de pavimento existentes y las características de la subrasante en

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

las zonas de desvío. Como parte del estudio de pavimentos, se contempla la ejecución de trabajos de auscultación y deflectometría.

- En el análisis del modelo geotécnico se estudiarán los eventuales comportamientos especiales, tales como licuación, movilidad cíclica, expansión y otros que puedan tener una relevancia para el diseño de las cimentaciones.
- A partir de la definición del modelo geotécnico de análisis, se tendrán en cuenta las cargas impuestas por las estructuras, se definirán las recomendaciones geotécnicas de cimentación y se analizarán, a nivel general, los procesos constructivos requeridos.

Como resultado de estas actividades se obtendrá un pre-dimensionamiento geotécnico de las soluciones de cimentación y se plantearán los métodos constructivos y recomendaciones para las etapas posteriores de diseño.

#### **Material rodante (Entregable 6/ET-17)**

El Estudio de Prefactibilidad determinó un material de tamaño (anchura, longitud total y longitud de coche) estándar que cumple con la capacidad prevista de la línea a mediano y largo plazo. Además, los valores de demanda esperados, siendo de la misma magnitud que para la PLMB, determinaron que el material rodante de la L2MB pudiera tener características similares. Por otra parte, y a la luz de la experiencia de la PLMB, se considera también que las condiciones ambientales de Bogotá no son extremas y que las soluciones habituales de control de temperatura y de humedad no justificarán tampoco un sobrediseño ni soluciones que perjudiquen el abanico de ofertas industriales disponibles.

En particular, se desarrollará un estudio de gálibo estático y dinámico en relación con el trazado del túnel y del viaducto y con la curvatura de la vía, tomando en cuenta las características geométricas de la línea (túnel, viaducto y ramal de acceso al patio/taller), pretendiendo mantener la anchura justa y necesaria para la circulación de los trenes a la velocidad prevista. El gálibo del material rodante será un insumo clave para el dimensionamiento del túnel (monotubo o bitubo).

Para ello, utilizaremos un modelo propio de cálculo trigonométrico que permite modelizar cualquier tipo de tren de Metro, incluyendo trenes con bogies comunes de articulación. Dicho modelo incluye condiciones de marcha degradada con suspensión aplastada o con el diámetro mínimo de las ruedas en fin de vida. Se analizarán variaciones en las distancias entre bogies dependiendo del número de coches en la composición recomendada.

Desde el punto de vista de los sistemas, la especificación del material rodante considerará las interfaces esenciales con la energía tracción y su dispositivo de captación, con el sistema de control de los trenes (CBTC embarcado y suelo) y con las comunicaciones. La interfaz con las puertas de andén se considerará ya sea a través del ATS (conectado al CBTC), o de manera directa entre el tren y el andén.

Se definirán los criterios de disponibilidad que reducen el tiempo de demora al taller en razón del mantenimiento programado. Tales criterios tratarán también del MTBF global del tren, considerando que un tren circulando sobre un sistema CBTC requiere un nivel de fiabilidad y confianza reforzado. Se revisará la lista habitual de las normas

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

aplicables al material rodante, de tal manera que se mantengan las que convienen a los trenes de la L2MB en términos de energía y captación, sistema de control y condiciones ambientales.

Por otra parte, se verificarán los aspectos acústicos en referencias a las normas de medida del ruido aplicables (ISO3095 para el ruido exterior e ISO3381 para el ruido interior). Un capítulo especial tratará del perfil general de los trenes de mantenimiento (obras de vía, de suministro eléctrico) y particularmente de sus gálibos.

### **Diseño geométrico Sistema Metro (Entregable 6/ET-20)**

Como punto de partida, se examinarán los criterios de trazado y el diseño actual tal y como está definido en el Estudio de Prefactibilidad. Se prestará particular atención a la conexión con el patio-taller de Fontanar del Río, la organización de la cola de maniobras, los puentes vehiculares, el paso por la zona del deprimido de la Calle 72 con Avenida Caracas, la estación de integración con la PLMB y cualquier otro aspecto que se identificara a lo largo de las actividades de debida diligencia.

Posteriormente, se desarrollará el trazado de la línea tanto en planta como en perfil. Los estudios tomarán en cuenta todos los datos disponibles, incluyendo la topografía y los reportes de inspección in situ, así como las exigencias geométricas de inserción urbana y de construcción.

El diseño será guiado por los siguientes objetivos:

- Proveer un excelente nivel de desempeño (velocidad comercial elevada, frecuencia, regularidad, confort), así como asegurar el nivel de seguridad requerido, haciendo que su uso sea lo más simple posible
- Optimizar el consumo de energía de tracción y los ciclos de regeneración
- Promover la construcción de instalaciones que mejoren la calidad de vida en general
- Facilitar el acceso desde y hacia los grandes centros de actividades y residenciales a lo largo de la línea
- Limitar el impacto de las estructuras y servicios públicos existentes (toma en cuenta de gálibos del TransMilenio, viales, de pasarelas, etc.)
- Minimizar los impactos negativos sobre los bienes existentes, tales como los accesos a estacionamientos, los accesos peatonales y zonas de carga y descarga
- Minimizar los impactos prediales que requerirán potenciales expropiaciones
- Optimizar el costo de construcción
- Preservar las posibilidades de extensión de la línea y/o de implementación de nuevas líneas
- Promover la intermodalidad con los sistemas de transporte existentes como el TransMilenio y futuros como el Regiotram del Norte.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

El diseño del trazado y perfil se realizará en perfecta coordinación con las estructuras de vía férrea, túnel, otras estructuras, y otras interfaces técnicas (geotecnia, hidrología, redes de servicios públicos, etc.).

Para la parte en viaducto, el diseño tomará además en cuenta el control y atenuación del ruido y las vibraciones. Inicialmente, se determinarán los requerimientos en cuanto a ruido exterior, siguiendo la reglamentación local. Sobre esta base, se definirán requerimientos para cada subsistema y sus componentes con el objetivo de tener un sistema global eficaz, minimizando la necesidad de costosas medidas de mitigación (ej. barreras de sonido). Como complemento, otras medidas para el manejo del ruido que sean rentables serán propuestas (ej. sistemas de reducción de ruido integrados al viaducto). El ruido transmitido por las estructuras del viaducto será asimismo tratado mediante la selección y especificación de sistemas de vía apropiados.

#### **POP y PMP (Entregable 7/ET-02 y ET-15)**

Las características generales del servicio que deberá cumplir el material rodante se desarrollarán al nivel del Programa de Operación Preliminar (POP) y del Programa de Mantenimiento Preliminar (PMP). En particular, en el POP se describirán las condiciones de operación nominal y en situación degradada hasta las situaciones de evacuación de los pasajeros entre dos estaciones. El tren tendrá que cumplir con el plano de tratamiento de todas estas situaciones que impactarán principalmente las recomendaciones y especificaciones asociadas con el número y la disposición de las sillas, el número y la anchura de las puertas laterales, la anchura del pasillo interior entre coches, la necesidad (o no) de una cabina de conducción fija o desmontable, y los modos de conducción manual de respaldo.

Para actualizar y ajustar el modelo operacional de la línea, la Asesoría analizará los documentos relativos a la operación en los estudios precedentes. También se analizarán los modos de operación posibles. Si se definen varios escenarios de operación, los datos serán calculados para cada escenario. Después de este análisis, se procederá a la introducción de la infraestructura en el programa de simulación ferroviaria de SYSTRA, RAILSYS, para calcular los tiempos de recorrido.

Para conocer el número de trenes necesarios para la realización del servicio, será necesario conocer el tiempo de recorrido de la línea y el tiempo de retorno en las estaciones terminales, que es función de la longitud del material rodante y de las instalaciones utilizadas. Se deberán tener en cuenta las rotaciones diarias por razones de mantenimiento para el cálculo de la flota total necesaria.

En el modelo operacional de la línea se presentarán las disposiciones principales de la operación para el movimiento de trenes y el mantenimiento de los mismos y de las instalaciones fijas, incluyendo:

- Horarios de operación de la línea
- Intervalos de operación en las diferentes franjas horarias (hora pico/valle)
- Propuesta de organización del personal. El cálculo del personal de operación se realizará en base a las condiciones laborales de Colombia y tomando como referencia los trabajadores del Metro de Medellín, en acuerdo con la opinión de EMB. El personal de operación está en principio conformado por:
  - Personal de mando;



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Personal del centro de control;
- En función del servicio propuesto (horarios de funcionamiento, frecuencias de operación), y las condiciones laborales de los posibles personales a bordo, se determinará la población necesaria para la operación;
- Personal en las estaciones
- Limpieza y seguridad
- Mantenimiento: organización general y cálculos del número de personal de mantenimiento
- Propuestas de cobro de boletos (máquinas automáticas y/o personal de venta)
- Número de trenes x kilómetros realizados por año y kilómetros realizados por cada tren de la flota.

#### **Proyecto de túnel (Entregable 8/ET-24)**

Estos trabajos deben iniciarse con el análisis de varios condicionantes que permitan la definición del sistema de túnel más adecuado, así como de sus características y del método de construcción que ofrece mejores ventajas entre los objetivos por definir o confirmar.

Una de las primeras actividades por realizar será la revisión de información y de estudios anteriores como son por ejemplo los estudios y diseños de prefactibilidad de la L2MB, la ingeniería básica de la L1MB, los estudios y diseños para TransMilenio de la Cra 7, los estudios y diseños para TransMilenio Av. Ciudad de Cali, los estudios y diseños para la extensión de la Av. Ciudad de Cali, entre otros, así como estudios anteriores para la PLMB. Se revisarán, no solamente las exploraciones y la caracterización geotécnica de los materiales para definir el plan de exploración geotécnica a la luz de la información existente, sino también los sitios de mayor riesgo y los requerimientos de información básica para el diseño de las obras del túnel siguiendo en un todo la ET10.

La L2MB presenta varios sitios de riesgo, algunos identificados dentro del Estudio de Prefactibilidad y otros por esta Asesoría como son; a) El paso por uno de los brazos del humedal Juan Amarillo, donde se pasará con la línea del metro en subterráneo por debajo del cuerpo de agua y donde hay sitios singulares de baja cobertura, b) las zonas de estaciones de servicio, donde se requiere exploración para revisar el tema de contaminación y los riesgos asociados para construcción con la máquina EPB y sistema de soporte, c) la zona desde la cola de maniobras donde se tienen materiales mixtos de arcillas y materiales granulares con posibilidad de niveles de agua artesianas, d) el paso bajo el canal río Arzobispo con baja cobertura, e) la zona del patio taller, con suelos muy compresibles en cercanías del río Bogotá, y f) la excavación de toda la línea, estaciones y pozos de salida y entrada de la máquina en suelos arcillosos, para los cuales se tomarán todas las previsiones necesarias frente a los requerimientos de exploración geotécnica para el diseño (Plan de Exploraciones), en concordancia con la ET10.

Por otra parte se revisarán normativas colombianas, incluyendo el reglamento de construcción sismo resistente NSR 10, y normativas inglesas, austriacas, suizas, francesas y americanas, así como de países como México, Chile y Perú, donde ya se han construido línea de metro; así mismo, se consultará literatura bibliográfica reciente para túneles de metro y para sistemas ferroviarios internacionales en construcción y/u operación.

En una primera etapa, para el componente del túnel y en concordancia con la ET24, se revisará el nivel de los estudios realizados en la etapa de prefactibilidad para la L2MB, con miras a identificar la calidad de su información, las eventuales deficiencias y faltantes de la misma, el impacto de las obras allí previstas y el planteamiento de

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

soluciones con miras a optimizar el diseño de la L2MB. Dentro de este contexto, se evaluará si la L2MB se construirá en sistema bitubo, tal como fue planteado en la prefactibilidad, o en sistema monotubo.

La primera etapa consistirá entonces en definir o confirmar el tipo de túnel (monotubo o bitubo) que mejor se adapte a los distintos condicionantes asociados (geotecnia, impactos prediales, restricciones de CAPEX, etc.). Se recalca la importancia de esta etapa preliminar puesto que impactará las actividades subsiguientes de diseño. Este tema será parte de las mesas y talleres de trabajo que la Asesoría sostendrá con FDN/Interventoría y EMB. Al respecto, se entrega un listado que compagina aquellas de carácter indispensable, para que se agenden en el tiempo conforme a la disponibilidad de EMB para atenderlas (Véase numeral 4.2.3).

Para el análisis del sistema de bitubo o monotubo, primero se revisará la implantación del trazado en planta y perfil acorde con la información existente, y la configuración de las estaciones, las cuales podrán tener anchos y profundidades diferentes según se opte por bitubo o monotubo. En esta parte también se revisará el tipo de estación (construidas con sistema Cut & Cover), como está previsto en la prefactibilidad, pero igualmente se analizará la posibilidad de implantar en algunos casos estaciones construidas en caverna; la revisión de las estaciones determinará si estas deben quedar implantadas debajo de la calzada o en sectores de manzana. En esta etapa también se revisarán, con la información existente geológica-geotécnica, temas relacionados que incluyen el efecto que produce la excavación de un solo túnel o de dos túneles independientes en relación con la cubeta de asentamientos (subsistencia) en superficie, y posibles efectos o riesgos tanto sobre la calzada como en las edificaciones aledañas.

Dada la naturaleza de los suelos que se van a excavar, predominantemente arcillosos, las excavaciones en túnel de la L2MB serán realizadas con el sistema de EPB (Earth Pressure Balance), soportadas detrás del escudo de la máquina con dovelas prefabricadas de concreto reforzado, tal como fue descrito en el numeral [3.1.5.2.3 Aspectos geotécnicos](#).

El análisis de asentamientos o subsidencia serán revisados aplicando métodos con modelos clásicos de orden empírico o analítico como son el de Scherle(1977) o los establecidos por Peck(1969), u otros como son el de Oteo y Sagasetta(1974), entre otros, considerando el diámetro del túnel, la cobertura, el tipo de suelo, el módulo de deformación del suelo, la densidad aparente del terreno, el coeficiente de Poisson, y factores de corrección como puede ser la influencia del proceso constructivo y de velocidad de avance de la excavación.

Con los métodos analíticos de equilibrio límite propuestos por diferentes autores como son Jancsecz y Steiner(1994), Anagnostou y Kovari(1996) o el propuesto por Tamez (1988), (2005), se analizará la estabilidad del frente y los factores de seguridad local y global en terrenos cohesivos y/o friccionantes. Estos análisis iniciales serán verificados con modelación numérica en 2D y 3D, con software Abaqus y Plaxis entre otros, revisando las cubetas de asentamientos, los desplazamientos en el túnel, los diagramas de capacidad estructural del soporte con dovelas y la estabilidad del frente.

En esta parte de modelación numérica se tendrán en cuenta los parámetros del terreno (siendo claro que la mayoría del trazado se ubicará en suelos de la formación Sabana, compuestos por arcillas, y en la zona de la cola de maniobras en suelos coluviales), con la parametrización de un modelo constitutivo tipo Cam-Clay modificado partir de ensayos disponibles en los estudios de la Av. Ciudad de Cali, PLMB, estudios en la Cra. 7 y algunas publicaciones sobre estudios de los suelos en la sabana de Bogotá, entre otros. También se tendrá en cuenta la cobertura o

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

profundidad del implante, el estado tensional geostático, el proceso constructivo y las características del sistema de soporte (con dovelas). En el caso de sistema constructivo con máquina EPB, como ya se mencionó, la presión ejercida por la cámara de tierras en el frente de excavación y el relleno efectivo del trasdós del anillo de soporte, se encargarán de controlar los desplazamientos, y en consecuencia la subsidencia.

Definidos los aspectos técnicos mencionados, se revisará la implicancia de opción bitubo o monotubo, bajo la óptica de un análisis de costos, donde se tendrá en cuenta: a) la excavación subterránea, túnel para la línea, galería de interconexión, estaciones de cambiavías (caso bitúnel), pozos de ingreso y salida de la máquinas, pozos de acceso y ventilación, estaciones (Cut and Cover y/o subterráneas), y costos de concreto, acero de refuerzo y máquinas EPB's (con su equipamiento y equipos de operación, control y ventilación). Por otra parte, en las implicaciones de adopción de un sistema bitubo o monotubo se analizará la afectación predial y vial, el impacto social, los riesgos constructivos y operativos, y los tiempos de construcción.

En una segunda parte se desarrollarán las siguientes actividades: definición de criterios de diseño, definición de secciones tipo, definición del procedimiento constructivo, diseño estructural, protección contra el fuego, análisis de subsidencias y afección a edificios/estructuras, sistemas de ventilación (incluyendo simulaciones y dispositivos de evacuación de humo) y sistemas de comunicaciones del túnel. También se analizarán, mediante modelación numérica 2D y 3D, las conexiones a estaciones Cut and Cover, y se diseñarán los pozos para el lanzamiento/recepción de las máquinas tuneladoras (EPB's), así como pozos de acceso o ventilación, teniendo en cuenta el efecto de las obras en superficie tanto en la calzada como en edificaciones aledañas y en zonas críticas identificadas a lo largo del trazado de la L2MB, según se mencionó anteriormente.

Como es bien conocido, aún aplicando el sistema EPB puede ocurrir que no se elimine del todo el riesgo de desplazamientos o asentamientos hacia superficie. Este sistema constructivo en ambientes urbanos se combina en algunos casos con la protección de las estructuras e infraestructura existente mediante técnicas que incluyen inyecciones de consolidación, compactación, compensación o jet grouting, con miras a impermeabilizar y mejorar mecánicamente el subsuelo. Tales protecciones se pueden hacer desde superficie, desde pozos o galerías, desde estaciones o desde las mismas máquinas TBM, aspectos que serán revisados en los sitios críticos del trazado de la L2MB ya mencionados. La definición de fluidos de presurización del frente y el planteamiento de detalles del mejoramiento del terreno son temas prematuros para plantear en el presente documento, puesto que dependen de la implantación final del sistema monotubo o bitubo, la caracterización del subsuelo con el plan de exploración en avance en Fases 1 y 2, y los análisis de mayor detalle en los sitios críticos.

Las actividades asociadas al sistema de ventilación y de previsiones contra incendio se realizarán en conjunto con las actividades del entregable de las estaciones.

### **Estructuras (Entregable 9/ET-11)**

Los trabajos de diseño estructural serán ejecutados para atender las necesidades de funcionalidad de las obras del Metro, garantizar la seguridad de las personas según estipula la normativa de diseño y cumplir con las necesidades de durabilidad del Proyecto y la Ciudad. Mediante la acción organizada e interdisciplinaria de la Asesoría, los especialistas estructurales definirán los materiales y tipologías requeridos para suministrar las soluciones técnicas. Dichas soluciones estructurales estarán en consistencia con los diseños especializados de todas las disciplinas

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

participantes en el Proyecto, de manera que la solución íntegra del mismo en la Etapa de Factibilidad demarque el camino a seguir en futuras etapas de diseño definitivo, y desde la actual etapa temprana se cultive la solidez del Proyecto y su constructibilidad en términos de viabilidad en procesos, tiempos y costos.

El esquema del trabajo por ejecutar consistirá en la metodología de organización matricial asignando un especialista estructural por lote específico en que se ejecutará una estructura particular, o que por su generalidad pueda ser representativa de varias estructuras del Proyecto. Los trabajos en dicho lote desarrollados por el especialista serán reportados a la Dirección Técnica del Proyecto, con el fin de dar seguimiento oportuno y suministrar la información requerida a otras disciplinas del mismo lote de trabajo, y porque de esa manera se asegura que el Proyecto reciba el respaldo técnico de todo el equipo estructural participante, y no solamente el de un profesional. Para la ejecución de todas las acciones se tendrá en cuenta la experiencia exitosa de la PMLB, con el fin de verificar la aplicabilidad de soluciones consistentes con el entorno de ciudad y que éstas respondan a soluciones eficientes ya verificadas.

Dentro de las actividades por desarrollar se incluyen las siguientes:

1. Identificación de información existente tanto en el Estudio de Prefactibilidad como en otras fuentes, que la Asesoría requiere conseguir.
2. Identificación de incertidumbres del Proyecto y de la relevancia que tienen en el planteamiento de los diseños estructurales.
3. Reconocimiento de estructuras existentes, sus tipologías recurrentes y sus necesidades de auscultación e investigación a la luz de las necesidades del Proyecto.
4. Implantación general de las estructuras para verificación de su localización, adecuada selección de tipología estructural y pre-dimensionamiento para los diseños de factibilidad, como insumo para las otras disciplinas y componentes.
5. Interacción con todas las disciplinas del Proyecto, particularmente con geotecnia, alrededor de las soluciones de cimentación en puentes, viaductos y estructuras enterradas. Dada la particularidad de las estructuras enterradas, en las soluciones planteadas deberá considerarse la presencia de estructuras existentes aledañas cuya afectación debe descartarse durante el proceso de construcción.
6. Diseños de factibilidad que desarrollados a futuro permitan la construcción de la L2MB atendiendo las necesidades de la ciudad.

Entre las metas específicas de la actividad están las siguientes:

1. Cuantificar las estructuras existentes para las cuales tendrán que ejecutarse trabajos de reforzamiento o modificación en función de las necesidades de normativa vigente.
2. Definición de tipologías, implantación de estructuras y métodos constructivos que serán necesarios en la estimación de cantidades de obras.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

3. Preparación de memorias de cálculo de factibilidad para verificación de la estabilidad general de las obras, con detalle suficiente para permitir el desarrollo de los diseños para construcción a futuro.

Con base en lo anterior, la preparación de los diseños de Factibilidad permitirá hacer las recomendaciones generales para la correcta ejecución de los futuros diseños del Proyecto, definiendo las bases de los aspectos relevantes de métodos constructivos, materiales, tipología estructural y funcionalidad de interacción con el entorno urbano.

Con base en el esquema de trabajo previsto y la experiencia adquirida en proyectos de infraestructura, se obtendrán diseños consistentes entre disciplinas y con una funcionalidad adecuada a través de todas las especialidades participantes. En particular, desde la perspectiva estructural, serán diseños que cumplan con la filosofía de salvaguardar vidas y garantizar el bien público.

### **Estaciones y edificios (Entregable 10/ET-25)**

Los objetivos de las estaciones y edificios son garantizar la seguridad de los usuarios, la accesibilidad universal, brindar un confort térmico y acústico, protección contra incendios, extinción de incendios y proponer soluciones amigables con el medio ambiente. Para ello, se deben contemplar estrategias que garanticen un aprovechamiento racional y eficiente de los recursos naturales necesarios para su buen funcionamiento.

Como punto de partida para los diseños de factibilidad de las estaciones y edificaciones se analizarán los siguientes documentos:

- Diseño preliminar del componente de estaciones y localización definida de acuerdo con el documento Entregable No. 7 - Tipología e Inserción de Estaciones de la Fase de Prefactibilidad de la Línea 2 del Metro de Bogotá.
- Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10 (2010).
- Planes de Ordenamiento Territorial vigentes al momento de realizar los diseños.
- Normas Técnicas Colombianas: NTC 6047 – Accesibilidad al Medio Físico, NTC 414 Accesibilidad a Edificios y Espacios Urbanos, NTC 5183 Ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores, NTC 4139 Por el cual se reglamenta la accesibilidad a los modos de transporte a la población en general y en especial de las personas con discapacidad.
- Normas y Especificaciones vigentes de Diseño y Construcción de EAAB, ETB, ENEL-CODENSA.
- Datos de demanda de cada estación contenidos en el ET 01 Demanda.
- Cartillas y especificaciones definidas para las estaciones del BRT por TransMilenio S.A.
- Cartillas y especificaciones definidas para las estaciones del sistema Regiotram por la Empresa Férrea S.A.S.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Oferta de ciclo - parqueaderos.
- Marco normativo aplicable.

Adicionalmente, se elaborará un informe detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que se consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para el diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

Posteriormente, se desarrollará el análisis y diagnóstico del estado actual, el cual se presentará mediante planos o fichas, con el fin de determinar las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades que deben ser tenidas en cuenta para la obtención de los criterios de diseño del Proyecto.

Para el diseño de las edificaciones se analizarán las condiciones de accesibilidad universal, características técnicas necesarias para garantizar el confort térmico, acceso intuitivo y seguro a las áreas tanto de uso público como operacional, y se realizará un diseño que permita dar cumplimiento a criterios de seguridad humana como rutas de evacuación, dimensión de escaleras, cantidad de salidas recintos de protección y longitudes de desplazamiento.

Con esta información se procederá a realizar el diseño de las 11 estaciones definidas en la fase de Prefactibilidad, las cuales se integrarán de manera armónica al entorno urbano de tal forma que sirvan para propiciar mejoras urbanas en las zonas donde se localicen. Los criterios de diseño para las estaciones de la L2MB son: lograr un sistema seguro, confiable, eficiente, cómodo, sencillo, con flexibilidad en las posibilidades de uso de sus espacios, con accesibilidad universal, que evite la evasión del pago, construidas con materiales durables y de fácil mantenimiento, tanto por su modularidad como por su disponibilidad en el mercado local y con criterios de auto-sostenibilidad, tales como diseños bioclimáticos, reutilización de agua lluvia, uso eficiente de la energía, etc.

Por último, los diseños arquitectónicos de las edificaciones y estaciones en la etapa de factibilidad estarán comprendidos por:

- Diseño funcional de las estaciones, donde se identifiquen como mínimos las áreas operativas y técnicas requeridas para la estación, así como la localización de las áreas para servicios conexos a los pasajeros, el predimensionamiento de los espacios elementos de circulación horizontal y vertical, entre otra información que permita comprender el funcionamiento general de la estación.
- Memorias descriptivas de las estaciones.
- Metodología para el dimensionamiento de los elementos peatonales.
- Tres propuestas de materiales interiores y exteriores.
- Bocas de acceso a las estaciones.
- Estudio de evacuación.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Estudio de movilidad de usuarios al interior y en inmediaciones de las estaciones.
- Los diseños de las estaciones serán desarrollados bajo la metodología BIM y contarán con coordinación técnica y estructural.

### **Urbanismo y paisajismo (Entregable 11/ET-08)**

Los objetivos del urbanismo y paisajismo es garantizar la accesibilidad universal de los usuarios al sistema de transporte masivo Metro, la armonización con los distintos sistemas de transporte motorizados, no motorizados y el sistema de espacio público distrital existente, en concordancia con los políticas distritales ambientales y de mitigación al cambio climático para los cuales se deben tener presente las distintas variables urbanísticas y ambientales que se encuentran a lo largo del corredor, teniendo como punto de partida los estudios previos asociados al sistema integrado de transporte masivo (Metro) y la normatividad vigente. Asimismo se realizarán socializaciones y armonizaciones entre las distintas áreas de diseño que intervienen o complementan los diseños urbano paisajísticos del corredor de la L2MB.

Los trabajos se harán de forma secuencial, iniciando con la recopilación de información primaria del proyecto, de la obtención de información secundaria, análisis de la información recopilada, criterios de diseño, alternativas de diseño y diseño urbano paisajístico en fase de factibilidad.

Las actividades a realizar son las siguientes:

- Recopilación de la información:
- Análisis y diagnóstico de la información.
- Criterios de diseño.
- Diseño urbano y paisajístico (factibilidad).

La recolección de la información se basa en la obtención de la información primaria, la cual consta de documentos técnicos referentes al proyecto como lo son los estudios previos y normatividad vigente aplicable. La información secundaria recopilada se basa principalmente en la obtención de información asociada a proyectos que tienen influencia directa sobre el corredor, actuaciones urbanísticas, inventario forestal y las diferentes estructuras urbanísticas establecidas en el POT de Bogotá.

Teniendo recopilada la información se procede con el análisis y diagnóstico mediante planos o fichas, con el fin de determinar las variantes, debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades que deben ser tenidas en cuenta para la obtención de los criterios de diseño del proyecto. El diagnóstico en esta etapa contará como mínimo con información sobre proyectos existentes, Estructura Ecológica Principal (EEP), Estructura Funcional y de Servicios (EFS), Estructura Patrimonial y actos urbanísticos como planes parciales, licencias etc.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Una vez realizado el análisis y diagnóstico de la información, se obtienen las conclusiones y de estas, se establecen los criterios de diseño que darán los lineamientos para las distintas alternativas de diseño urbano paisajístico del proyecto. Los criterios de diseño tendrán como mínimo información sobre accesibilidad universal, perfiles viales, mobiliario urbano, espacio público, seguridad vial (cruces peatonales), espacios remanentes y culatas, zonas verdes, arborización entre otras. En esta etapa, es necesario la armonización y socialización de otras disciplinas como Predial, Diseño Geométrico, Señalización, Estudio Ambiental y redes de servicios públicos entre otras.

Las alternativas de diseño y diseño de factibilidad urbano paisajístico, se realizará en coordinación con las disciplinas que tienen injerencia sobre los diseños de urbano paisajísticos. Estos diseños estarán acorde a los criterios definidos en la etapa anterior.

Las metas establecidas para los diseños urbano paisajísticos de la L2MB son las siguientes:

- Garantizar la accesibilidad universal tanto de los usuarios del transporte masivo Metro, como la accesibilidad universal a los predios aferentes a las estaciones.
- Minimizar las afectaciones prediales requeridas para la implementación de las estaciones y su espacio público aledaño.
- Minimizar el impacto ambiental sobre la estructura ecológica principal de la ciudad, de sus zonas verdes y arborización urbana.
- Armonización de los diseños urbano paisajísticos de la L2MB con proyectos distritales existentes y proyectados.
- Consolidación del espacio público como espacios de esparcimiento y disfrute de la población.
- Potenciar espacios urbanos sobre afectaciones prediales mediante plazoletas, escenarios multiusos, amoblamiento urbano o desarrollos inmobiliarios mediante actuaciones urbanísticas como renovación urbana.
- Garantizar la conectividad e intermodalidad entre los distintos sistemas de transporte público mediante el espacio público.
- Con el análisis de las características del entorno urbano a partir de la localización de las estaciones considerando variables generadoras de aglomeración, se identifican puntos estratégicos de conectividad e intermodalidad que a su vez se convierten en áreas con oportunidad para proyectar estrategias de captura de valor generado, ya sea a partir del cambio en la normativa del lugar (índices de ocupación, construcción, alturas, entre otras características físicas) o por medio del aprovechamiento económico del espacio público.

### **Patios y talleres (Entregable 11/ET-19)**

De primera mano, se tendrá que validar la localización del predio de Fontanar del Río que según el Estudio de Prefactibilidad ofrecía las mejores ventajas técnicas y financieras frente a los demás predios identificados.



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

El entregable estará asociado a las siguientes actividades:

- Definición de los criterios de diseño principales y dimensionamiento de los patios y talleres.

Una parte de los criterios estarán constituidos por los resultados del estudio del modelo de mantenimiento y en particular los datos concernientes al ciclo de vida y a la obsolescencia, así como a la política de externalización. En efecto, la cantidad y frecuencia de las intervenciones del mantenimiento, así como su naturaleza y complejidad, influyen directamente en el diseño de las instalaciones fijas de la línea. Sobre la base de su experiencia real en actividades de mantenimiento de los trenes, y gracias a sus herramientas internas de cálculo, se realizarán los estudios que permitan determinar el número de vías necesarias en los talleres para las diferentes actividades de mantenimiento de los trenes, los espacios necesarios para el mantenimiento de las instalaciones fijas y las superficies de los locales administrativos, técnicos y sociales, sostenes de todas las actividades.

Finalmente, se realizará un plan funcional del patio-taller. Este plan definirá:

- ❖ El trazado de las vías y los aparatos de cambio de vía,
- ❖ El plan de masa de los edificios,
- ❖ La zona de trabajo, las zonas técnicas y las zonas administrativas,
- ❖ Los accesos por carretera, ferroviarios y las vías de circulación principales,
- ❖ Las reservas para futuras extensiones del Patio-Taller.

**Aparte del plan funcional del Patio-Taller, se hará una propuesta de inserción urbana de su polígono, que incluya el tratamiento urbano-paisajístico de sus bordes de conexión con el tejido urbano circundante.**

- Preparación de las Especificaciones Funcionales y Técnicas, Normativas Asociadas, Condiciones y Requerimientos Ambientales.
- ❖ Se redactarán las especificaciones funcionales para el patio-taller. La ubicación de la frontera “zona automática / zona manual” podrá ser definida de manera distinta.
- ❖ Las especificaciones describirán el funcionamiento del sitio de mantenimiento y su organización.
- ❖ Se especificará la implantación de los equipamientos de taller principales
- ❖ Se especificarán los equipamientos Patios y Talleres en interfaz con la ingeniería civil y los equipamientos particulares y costosos.
- Definición de las interfaces. Un punto clave será la definición y coordinación de las interfaces, lo que representará una prioridad desde el inicio de las actividades. En efecto, los equipamientos de talleres tienen interfaces que dimensionan para la ingeniería civil, pero generalmente los datos de los constructores son obtenidos después del proceso de compra. Con el fin de solucionar este problema, se realizará una síntesis de las hipótesis a considerar en términos de interfaces para todos los equipamientos principales. Por ejemplo: las dimensiones de las reservas en el hormigón, las cargas al suelo y las potencias eléctricas y neumáticas necesarias.

### **Movilidad y PCAD (Entregable 12/ET-03)**

Para el estudio de movilidad y los PCAD se realizará, en primer lugar, una revisión bibliográfica rigurosa en la cual se pretende analizar la utilidad de algunos documentos como referencia.

Posteriormente, se procederá a recopilar, revisar, seleccionar, clasificar y analizar toda la información interinstitucional secundaria existente relacionada con los antecedentes del Proyecto, características del tránsito, siniestralidad vial y oferta y demanda de transporte en su área de influencia en la que se identifique el desarrollo y/o modificación de la infraestructura vial a lo largo del corredor del Proyecto.

Con lo anterior, se planificará una visita de campo para verificar el estado de la red, especificaciones técnicas, señalización vial, semáforos, facilidades para la movilización de las personas con movilidad reducida, identificar puntos críticos, puntos sin conexión, posibles puntos de intercambio modal y amoblamiento urbano, entre otros. En caso de identificarse como necesaria la toma de información primaria, se procederá con la misma.

#### *Estudio de movilidad (EM)*

Definición de las Áreas de Influencia directa e indirecta: El Área de Influencia Indirecta se refiere a aquel polígono irregular que engloba todos los impactos de movilidad del Proyecto en general, o de sus componentes de obra civil por construir. Por otra parte, el Área de Influencia Directa se define como el área o zona en donde las acciones y dinámicas propias del tráfico atraído y generado del Proyecto tienen un mayor impacto, delimitada por los ejes conectores y que brindan la accesibilidad al sector o los sectores del Límite de Intervención del Proyecto.

Una vez definida el área de influencia, se desarrollarán herramientas de modelación que permitan representar la situación actual del proyecto (tanto a nivel macro como micro), identificando de una manera realista el comportamiento y la dinámica de los flujos de tránsito y el comportamiento de los diferentes actores viales. El análisis de tránsito mediante el uso de modelos, permite conocer los principales indicadores operativos de la red vial de la ciudad.

Se procederá a modelar y calibrar/validar la situación actual según la metodología aprobada. Posteriormente, se formulará el escenario con proyecto y con escenarios de las alternativas de diseños (a nivel de corredor y/o de intersecciones) que sean necesarias.

Para el caso de diseño de la circulación de tránsito vehicular, peatonal y de ciclistas en el corredor del Proyecto y su área de influencia en su etapa de funcionamiento, se plantean escenarios futuros a 5, 10 y 20 años a partir de la entrada en operación del Proyecto, teniendo en cuenta el desarrollo por etapas del mismo y los planes viales y de transporte masivo de la ciudad.

Adicionalmente, con base en la información de movilidad secundaria y primaria recopilada y procesada, se identificarán los puntos críticos de movilidad dentro de la zona de influencia directa del Proyecto.

Así mismo se evaluarán e identificarán las condiciones de circulación del tránsito vehicular, peatonal y de ciclistas (perfiles viales, alineamientos, geometría, capacidad, niveles de servicio vehiculares y peatonales, sentidos de circulación y reordenamientos viales, intersecciones a nivel y a desnivel, elementos para el control del tránsito,

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

accesibilidad y conectividad, rutas y paraderos del SITP Zonal y Alimentador, manejo de los vehículos de carga) en el corredor del Proyecto y su área de influencia para la etapa de operación.

Se definirán los parámetros de movilidad para los accesos peatonales, de ciclistas y la micro movilidad a las estaciones del sistema de transporte masivo en el corredor del Proyecto. Esto incluye todas las estaciones del Proyecto y las estaciones de transferencia con otros modos de transporte (TransMilenio, Primera Línea del Metro de Bogotá, Regiotram del Norte y Corredor Verde de la Séptima).

Las propuestas de solución están encaminadas a resolver los puntos críticos descritos. Estas propuestas de solución están enmarcadas en medidas de infraestructura vial y de transporte, espacio público y urbanismo, reordenamientos viales, señalización y semaforización, nuevas intersecciones viales a nivel y desnivel, reordenamientos de rutas y/o reubicación de paraderos de transporte público, localización de las bocas de acceso a las estaciones subterráneas del Metro, optimización de la movilidad en los corredores e intersecciones viales. Se realizarán análisis de capacidad y niveles de servicio (vehicular, peatones y ciclistas).

Para la alternativa seleccionada como la definitiva que resulte de las propuestas de solución y validada mediante los modelos de tránsito y transporte, que resuelve de forma integral las necesidades actuales y futuras de movilidad de todos los actores viales, con prelación en los actores más vulnerables (peatones y ciclistas), se detallará la solución operacional y de infraestructura para cada uno de los actores de la vía.

*Plan de cierres y alternativas de desvíos (PCAD)*

Se formulará el Plan de Cierres y Alternativas de Desvíos (PCAD), que buscará una movilidad eficiente y segura para vehículos (particulares y de transporte público), peatones y ciclistas, y contemplará estrategias para reducir la afectación en la operación del componente troncal y zonal del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) sobre los corredores longitudinales y transversales del Proyecto y su área de influencia durante la etapa de construcción. Esto se logra por medio de la determinación de los corredores y las intersecciones afectadas a lo largo del Proyecto y su área de influencia durante la etapa de construcción, para posteriormente analizar los impactos de la circulación y nivel de servicio en dichas zonas y dar un manejo para todos los actores viales, definiendo y evaluando las modificaciones en la circulación que mitiguen las afectaciones.

El Plan de Cierres y Alternativas de Desvíos (PCAD) permitirá establecer la mejor alternativa y/o estrategia de desvíos en cada etapa de intervención, en coherencia con los resultados de los volúmenes vehiculares que podrán salir de macro-modelación.

**Predial (Entregable 13/ET-04)**

Las actividades del componente predial se desarrollarán en dos etapas:

En primer lugar, una etapa de la debida diligencia, donde luego de realizar las consultas a entidades y recopilar la información relevante, se presentará un informe de la información recopilada y analizada, y se identificarán preliminarmente las áreas de mayor complejidad predial que serán tenidas en cuenta para la elaboración de los productos a cargo de la asesoría, permitiendo evitar, o en su defecto minimizar, el número de predios y áreas requeridas para el Proyecto, y también como soporte para las siguientes etapas del mismo.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

En segunda instancia, se realizará un trabajo mancomunado que incluye los aspectos técnicos, jurídicos y sociales apoyados en las actividades de campo y su correspondiente oficina, en especial para los estudios sociales y técnicos. De acuerdo con el ET04, se realizarán secuencialmente los estudios técnicos, jurídicos y sociales. También se realizará un estudio para estimar los costos prediales aproximados para incluir en el CAPEX. Finalmente, se conformará una base de datos de la información técnica, jurídica y social para los predios requeridos, y las respectivas memorias del componente predial del Proyecto, donde también se indicarán las recomendaciones necesarias para adelantar los procesos tendientes al saneamiento de situaciones socio-jurídicas que a futuro dilatarían el proceso de adquisición.

A continuación se presentan las principales actividades previstas para el componente predial en cada una de las etapas del Proyecto:

*Etapas de la debida diligencia*

- Identificar y consultar la información requerida para el desarrollo de componente predial. Se solicitarán y consultarán los insumos relacionados, así como aquellos otros que de acuerdo con la experiencia adquirida en otros proyectos también requieren ser tenidos en cuenta para la gestión predial.
- Presentar un informe de la debida diligencia de la información identificada y consultada. Dicho informe relacionará la información allegada, la cual se usará como insumo para los estudios.
- Identificar las áreas de mayor complejidad de acuerdo con los criterios establecidos en la ET04, lo cual permitirá tener en cuenta estas variables en el desarrollo de la etapa posterior y minimizar o evitar la afectación de este tipo de predios.

*Etapas de factibilidad*

- **Componente técnico, cartográfico y catastral:** Se creará una base de datos cartográfica que contenga la información predial relevante para el proceso de gestión predial de los predios requeridos con el fin de elaborar una ficha técnica, de campo y sus registros fotográficos.
- **Componente jurídico:** Recopilación de información predial insumo para el desarrollo y elaboración de los estudios jurídicos de los predios requeridos con una tradición a 25 años.
- **Componente social:** Se elaborarán y levantarán los formatos para la captura de la información de campo de las unidades sociales que permitan identificar los principales impactos y recomendaciones socio-prediales para la gestión. Esta información se consolidará en una base de datos.
- **Componente económico:** De acuerdo con el listado de los predios requeridos por el área técnica, se adicionarán los valores de terreno, construcción y total de acuerdo con los valores comerciales definidos por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD), información que será complementada mediante un estudio de valores de referencia basado en la información del mercado inmobiliario recolectada en campo u oficina asociada a posibles ofertas que se encuentren en el área de intervención y los avalúos

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

comerciales disponibles que serán suministradas por las diferentes entidades distritales. Posteriormente, se calculará el daño emergente y lucro cesante, teniendo en cuenta los factores que relacionan el valor total comercial del predio con dichos costos, los cuales fueron usados por el IDU en diferentes estudios de factibilidad adelantados **y que implementan los criterios de la Guía del IDU para la aplicación de la resolución 898 del 2014 del IGAC en cuanto a la estimación de los factores para el daño emergente y lucro cesante. Dichos factores se construyeron a partir de los pagos que por estos conceptos ha realizado el IDU a los propietarios de predios afectados por obras de infraestructura.**

Se conformará una Base de datos cartográfica y alfanumérica que contenga la información de los componentes técnicos, jurídicos y sociales de los predios requeridos por el Proyecto. Ésta será complementada con un documento a manera de informe final que contendrá la descripción de Proyecto, la destinación económica de los predios, los tipos de suelo, la normatividad vigente, los costos prediales del proyecto, las recomendaciones para el proceso de negociación y el plano de la declaratoria de utilidad pública, y, en general, toda la información necesaria para la adecuada presentación de la información técnica, jurídica y social estudiada.

#### **Ambiental y social (Entregable 13/ET-05)**

Para el Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) requerido para la construcción y operación de la L2MB se propone realizar una valoración ambiental enmarcada en el cumplimiento tanto en los Principios de Ecuador como en los estándares de desempeño del International Financial Corporation (IFC) que aplican para la fase de diseño por desarrollar.

En este producto también se incorporará el desarrollo del diagnóstico, prospección y formulación del plan de manejo arqueológico y los aspectos del componente social.

Se desarrollará un estudio y alineado con los términos de referencia aplicados a los estudios de impacto ambiental para un proyecto de inversión del tipo del Proyecto L2MB, en el marco normativo nacional, de la licencia ambiental del Proyecto y sus alcances ambientales correspondientes. Además de la aplicación de los Principios de Ecuador en el Proyecto y de los estándares de desempeño definidos por la Corporación Financiera Internacional, como referente de las salvaguardias de la banca multilateral, a efecto de valorar el nivel de alineamiento del Proyecto con este tipo de requerimientos.

El Equipo Ambiental y Social de la Asesoría mantendrá una interacción permanente con el área de ingeniería, de manera que conozca oportunamente el avance de los insumos técnicos del Proyecto necesarios para establecer las áreas de influencia y efectuar los estudios ambientales.

La planeación de los trabajos establecerá los puntos claves de interacción – área de ingeniería - área ambiental - y los tiempos de ejecución, a partir de lo consignado en el presente Plan de Trabajo y el cronograma. Complementariamente:

- Se acatará el canal de comunicación definido para direccionar la interacción entre las partes - Dueño del proyecto (EMB) - FDN - Interventoría - Asesoría.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Se efectuará la entrega oportuna y permanente a la Interventoría de los documentos y requisitos necesarios para la obtención de los permisos y autorizaciones ambientales y de seguridad y salud en el trabajo, de manera que efectúe su revisión y aprobación y posterior entrega a la EMB, para los trámites ante las entidades correspondientes.
- Se contará con un equipo de soporte y apoyo que efectuará el seguimiento del Proyecto, garantizando la atención oportuna de contratiempos e imprevistos, y el efectivo desarrollo de las labores convencionales.
- Se generará un reporte permanente de los estudios ambientales, manteniendo informadas a las partes interesadas sobre el avance y desarrollo de los trabajos ejecutados.

*Estudio ambiental y social – EIAS*

Se realizará un Estudio de Impacto Ambiental y Social, en el cual se identificarán, definirán y evaluarán los riesgos e impactos ambientales y sociales adversos potencialmente significativos de las áreas de influencia del Proyecto, de las estaciones, instalaciones conexas y patio y taller, en aras de determinar las medidas de manejo ambiental, social y de seguridad y salud en el trabajo por implementar.

El Estudio de Impacto Ambiental contendrá un análisis del Proyecto, con las características relevantes del área de influencia, las obras y acciones básicas de la construcción y operación, el método de evaluación ambiental seleccionado, la jerarquización y cuantificación de los impactos y riesgos ambientales significativos, la zonificación ambiental y de manejo, los criterios tenidos en cuenta para las tecnologías seleccionadas en cuanto a la prevención, control, mitigación y compensación de los impactos identificados, aspectos relevantes del plan de manejo ambiental y de las necesidades de aprovechamiento de recursos con sus características principales.

El Proyecto se desarrollará alineado con los términos de referencia aplicados a los estudios de impacto ambiental y social para un proyecto de inversión del tipo de la L2MB (ET 05 – EIAS), en el marco normativo nacional. Su alcance ambiental y social corresponderá, además, a la aplicación de las salvaguardias, políticas, guías y estándares de los organismos financiadores que correspondan.

A continuación relacionamos los capítulos que harán parte del mismo:

- Resumen ejecutivo

Se presentará un Resumen Ejecutivo del Estudio de Impacto Ambiental y Social, el cual contendrá una síntesis del Proyecto, las características relevantes del área de influencia, las obras y actividades a ejecutar durante el Proyecto, el método de evaluación ambiental y social seleccionado, la jerarquización y cuantificación de los impactos ambientales y sociales significativos, la zonificación ambiental y de manejo, y de las necesidades de aprovechamiento de recursos con sus características principales y los espacios de participación desarrollados.

- Introducción, objetivos, antecedentes y metodología del Estudio de Impacto Ambiental y Social.

Se elaborarán los capítulos integrando los aspectos relacionados con el tipo de proyecto, localización, justificación, y etapas de construcción y operación. Especificando los mecanismos, procedimientos y métodos de recolección, procesamiento y análisis de la información, grado de incertidumbre de la misma, acorde con las salvaguardas

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

definiendo los objetivos y antecedentes y trazabilidad de los estudios previos y de la línea de tiempo para la concepción del proyecto.

Se relacionarán las diferentes metodologías utilizadas para la realización del Estudio de Impacto Ambiental y Social elaborado con base en información primaria, obtenida a partir de los diferentes métodos y técnicas propias de cada una de las disciplinas que intervienen en el estudio, incluyendo los procedimientos y métodos de recolección, procesamiento y análisis de la información.

- Descripción del proyecto

Se incluirá la descripción de cada una de las Fases bajo las cuales se desarrollará el Proyecto, incluyendo las actividades previas y de construcción, así como las actividades de salvamento, desmantelamiento, restauración, cierre y clausura y/o terminación de todas las acciones, usos del espacio, actividades e infraestructura temporal y permanente relacionados y asociados con el desarrollo del Proyecto. Se incluirá los diseños a nivel de factibilidad de cada una de las obras y componentes de infraestructura que hacen parte del Proyecto.

- Marco legal e institucional

Se especificarán los mecanismos, procedimientos y métodos de recolección, procesamiento y análisis de la información y se presentará una matriz de requisitos de tipo legal tendientes a garantizar el desarrollo sostenible en la ejecución del Proyecto. Se tendrán en cuenta las leyes, normas, manuales, guías, entre otros, que apliquen al proyecto, se incluirán todos los aspectos aplicables con las salvaguardas, políticas, estándares y guías que se deben cumplir ante las Entidades Multilaterales.

- Línea base

Se levantará la línea base ambiental y social en las áreas de influencia del Proyecto y recolectando la información primaria y secundaria necesaria del Proyecto.

La caracterización del área de influencia indirecta se realizará con base en información secundaria (actualización de la información de fuentes técnicas como publicaciones académicas, institutos de investigación y demás fuentes idóneas).

Para la definición preliminar de área de influencia y la definición de los trabajos de campo de todos los componentes (abiótico, biótico y socioeconómico y cultural), se realizará el análisis de la información a través de herramientas de sistemas de información geográfica para ubicar cartográficamente el trazado, se definirán los ecosistemas presentes, zonas de vida afectadas, posibles coberturas vegetales y ubicación de cuerpos de agua presentes dentro del área de influencia, esta revisión permite planificar de manera detallada sitios de muestreo y de esta manera optimizar los trabajos de campo; igualmente la revisión cartográfica se utiliza para la definición de unidades territoriales de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial, ubicación inicial de infraestructura afectada y determinación a nivel secundario de los posibles alcances de los impactos, información que será trabajada y definida en una versión final con base en el ejercicio que se desarrolle en campo, así como teniendo en cuenta los distintos aportes de los actores en el marco de la actividad de participación y socialización.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Se procesará y analizará la información recopilada, de manera que se describa y caracterice el medio ambiente del área de influencia y se identifiquen las áreas ambientalmente sensibles. Acorde con la información obtenida, se efectuarán comparaciones con la normatividad ambiental aplicable (calidad de aire, ruido, calidad de agua, entre otros), estos análisis serán parte del estudio.

La descripción del medio incluirá la revisión, análisis y presentación de información sobre los rasgos del ambiente sobre el medio, en las áreas de influencia directa e indirecta, mediante la recolección de información primaria y secundaria. Se debe recolectar información que contribuya y aporte herramientas para la identificación y evaluación de impactos.

- Zonificación ambiental y social

Se realizará la Zonificación, determinando la sensibilidad ambiental y social a partir de la evaluación de los elementos identificados en la caracterización de línea base, para lo cual se deben tener en cuenta, entre otras, las siguientes unidades:

- ❖ Áreas de especial importancia ecológica, tales como, Estructura Ecológica Principal, sistemas de áreas protegidas del Distrito Capital, parques urbanos, corredores ecológicos, área de manejo especial del río Bogotá, zona de reservas de la sociedad civil, áreas naturales protegidas, áreas de utilización por grupos étnicos, distritos de manejo integrado, ecosistemas sensibles, rondas hidrográficas, corredores biológicos, presencia de zonas con especies endémicas, amenazadas (en peligro, en peligro crítico y vulnerables) de acuerdo con la normatividad vigente, áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación, y zonas de paso de especies migratorias.
- ❖ Áreas de recuperación ambiental tales como áreas erosionadas, de conflicto por uso del suelo o contaminadas.
- ❖ Áreas de riesgo tales como áreas susceptibles a deslizamientos e inundaciones.
- ❖ Áreas de producción económica tales como ganaderas, agrícolas, mineras, entre otras.
- ❖ Áreas de importancia social tales como asentamientos humanos, de infraestructura física y social, y de importancia histórica y cultural.
- Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

Se presentarán los insumos detallados de la caracterización de los recursos naturales que demandará el Proyecto que serán utilizados, aprovechados o afectados durante el mismo, incluyendo los que requieran o no permisos, concesiones o autorizaciones.

- Impactos y riesgos ambientales y sociales

Para la identificación y evaluación de impactos ambientales y sociales se realizará a partir de la caracterización de las áreas de influencia por componente y por dimensión, grupo de componentes y medio. Dicha caracterización expresará las condiciones generales de la zona sin los efectos del Proyecto y se constituirá en la base para analizar



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

la forma en que el Proyecto las modificará. Se analizarán dos escenarios: la determinación de impactos ambientales y sociales con y sin Proyecto.

La Asesoría, a partir de la propuesta metodológica de Arboleda, J., cuenta con una metodología AD HOC de evaluación de impactos, probada en más de 20 años de estudios ambientales y reconocida por la Autoridad Ambiental. Valiéndose de esta experiencia, el equipo técnico ambiental, con el proceso adelantado y de lo identificado por las comunidades, realizaría la identificación y evaluación de impactos.

Dicha evaluación incluirá, especialmente, los impactos residuales, acumulativos y sinérgicos generados por la ejecución del Proyecto, contemplando su relación con el desarrollo de otros proyectos ubicados en sus áreas de influencia.

En la evaluación ambiental y social se incorporarán, en caso de ser pertinente, las percepciones y comentarios que resulten de los procesos participativos con las comunidades, organizaciones, gremios, academia y autoridades del área de influencia del componente, grupo de componentes o medio.

- Plan de manejo ambiental y social, y Plan de monitoreo y seguimiento (PMS)

Se formulará y diseñará el plan de manejo ambiental, que plasme las medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación de los impactos generados por el Proyecto. A estas medidas se les asociará y diseñará los programas de seguimiento y monitoreo ambiental que permitan evaluar la pertinencia, eficiencia y eficacia de las medidas contempladas en el PMA para cada etapa del proyecto (construcción y operación).

- Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST)

Para la etapa de construcción, se elaborará el documento del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo, el cual se estructurará de forma que sirva al contratista de obra en la ejecución del Proyecto, cumpliendo todo lo indicado por la normatividad aplicable para para empresas de riesgo 5.

- Plan de gestión de riesgo de desastres

Se formulará el Plan de Gestión de Riesgo de Desastres, según los lineamientos establecidos en el Decreto 2157 de 2017 y la Ley 1523 de 2012, o aquellas que las modifique, sustituya o derogue, el cual soportará el análisis y valoración de los riesgos derivados de amenazas de origen natural, antrópico, socio-natural y operacional, entre otros. Así mismo, incluirá todos los componentes de atención de respuesta de emergencias, contingencias, teniendo en cuenta las actividades por ejecutar para el Proyecto.

Se desarrollarán los procedimientos y protocolos para reducir, controlar y mitigar los riesgos que puedan materializarse por la ejecución del Proyecto.

- Pliegos para la etapa de construcción y su presupuesto (Contratista– Interventoría)

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Con base en el Plan de Manejo Ambiental y Social, los lineamientos de la EMB y la Interventoría; se elaborarán los pliegos de condiciones en lo referente al Plan de Manejo Ambiental y Social con sus respectivos programas, listas de chequeo, indicadores, cronograma y presupuestos.

- Cronograma de ejecución

Se elaborará un cronograma en Project, en el cual se indicará claramente la programación de las medidas de carácter ambiental y social del Plan de Manejo Ambiental y Social (PMAS), del Plan de Seguimiento y Monitoreo. Este cronograma se coordinará con las acciones constructivas del Proyecto.

- Presupuesto

Se presentará el presupuesto del Estudio de Impacto Ambiental y Social para la construcción de la L2MB y su infraestructura asociada, con su respectivo análisis de precios unitarios. Incluirá los valores de las compensaciones ambientales y sociales que se generen por la ejecución del proyecto.

#### *Participación social*

Los trabajos de gestión social serán desarrollados por un equipo de profesionales de disciplinas sociales y económicas con amplio conocimiento de las dinámicas urbanas existentes en Bogotá en las diferentes localidades por las que discurre el Proyecto.

Dichos trabajos estarán basados en la normatividad aplicable en el Distrito y en la de orden nacional en las actividades que le conciernen, así como los estándares de desempeño de IFC. Se ejecutarán mediante la articulación y estrategias de trabajo interinstitucional que disminuyan los tiempos y los impactos que puedan generar las actividades del Proyecto.

Las actividades de participación social se llevarán a cabo acordes con las Especificaciones Técnicas ET05 – Estudio de impacto ambiental y social (EIAS), las cuales incluyen:

*Documento de recomendaciones ciudadanas frente al proyecto:* Se elaborará un documento incluyendo cartografía, con las recomendaciones de todas las dimensiones; de carácter general (que incluirá elementos de identidad, enfoque de género y diferencial), frente al trazado y específicas; por tramos y estaciones; también incluirá lo requerido en las recomendaciones de identidad y las recomendaciones en torno a nuevos espacios públicos representativos del Proyecto.

Tales recomendaciones serán revisadas en los componentes urbanos, paisajísticos, arquitectónicos y de infraestructura social del Proyecto.

*Documento de percepción ciudadana sobre el proyecto.* Se realizarán dos encuestas de percepción, una al inicio y otra a la finalización del estudio, la primera identificando la percepción de los ciudadanos sobre el Proyecto y la segunda identificando el cambio de la percepción inicial.

#### *Programas de gestión social*

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Durante la ejecución de los trabajos se dará cumplimiento a los programas establecidos en las ET05 numeral 5.3 Participación Social, con el objetivo de propender por la información, divulgación, participación, atención a la ciudadanía y disminución de conflictos potenciales que puedan afectar la imagen o ejecución del Proyecto a través de los programas dirigidos a la población beneficiaria de la L2MB.

*Consolidado de gestión social.* Se entregará un informe consolidado de la gestión social realizada durante todo el proceso de estudios y diseños, con los soportes originales organizados por programas, así como con los análisis solicitados en la ET05 (EIAS).

*Reportes periódicos de gestión social.* Semanalmente se remitirán a la Interventoría los soportes de actividades de gestión social desarrolladas en el periodo.

Las metas específicas de la actividad de gestión social son las siguientes:

- Elaborar un directorio (base de datos dinámica) de actores sociales por zonas.
- Elaborar y presentar un código de conducta.

*Programa de información y comunicación pública*

*Volantes:* se entregarán en el primer mes de la etapa de estudios y diseños, de avance al 50% de la etapa de estudios y diseños, y de finalización al 95%. Se distribuirán aproximadamente 75.000 volantes en el área de influencia del Proyecto. La Asesoría acordará con EMB las fechas precisas de entrega de volantes.

*Volantes y plegables informativos:* serán elaborados y entregados cada vez que se produzca información relevante del Proyecto según la Interventoría y la EMB. Se distribuirán aproximadamente 25.000.

*Afiches informativos:* se distribuirán aproximadamente 1.500 afiches informativos para fortalecer el ejercicio de divulgación sobre aspectos relevantes acerca de la realización de los estudios y diseños, avances del Proyecto y mecanismos de atención de inquietudes de la ciudadanía.

*Programa Metro escucha. Metro resuelve*

*Puntos de información:* se ubicarán en diferentes sitios del área de influencia del corredor. La selección de los puntos de información se hará un mes después del inicio de los estudios y diseños.

*Línea de servicio a la ciudadanía:* se contará con el sistema de servicio a la ciudadanía, en el cual se registrará, de manera ordenada y sistemática, todas las solicitudes ciudadanas: quejas, inquietudes, sugerencias y/o solicitudes de información interpuestas por medio telefónico, personal, correo electrónico o escrito. Para ello, se dispondrá de una línea telefónica de uso exclusivo, receptora de tales solicitudes.

*Correo electrónico:* se establecerá una cuenta de correo electrónico de uso exclusivo para la recepción de inquietudes con la comunidad.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

*Reunión de inicio y finalización:* se llevarán a cabo en dos momentos con los diferentes actores presentes en el área de influencia del Proyecto (AI y AID); en las mismas se socializarán los avances obtenidos en la estructuración del Proyecto, el alcance de los términos de referencia del EIAS, y el alcance de las actividades contratadas, estrategias y espacios en los que se desarrollará la participación. La caracterización se adelantará en el marco de los comités de participación y en otros espacios atendiendo a las particularidades del corredor.

#### *Programa de participación*

*Comités ciudadanos:* se conformarán ocho comités ciudadanos con líderes, comerciantes o residentes ubicados en el área de influencia del Proyecto.

*Atención a veedurías ciudadanas:* se suministrará información que las veedurías ciudadanas requieran de conformidad a las facultades legales a ellas conferidas.

Finalmente, destacamos los siguientes aspectos asociados a este entregable:

El Proyecto discurre por varias localidades de Bogotá, encontrándose con diversas dinámicas y elementos que deben considerarse en esta etapa de modo que al momento de la intervención o construcción estos elementos y dinámicas cuenten con estrategias, planes y programas para su manejo, identificadas, analizadas y estructuradas de manera previa y articulada con los diferentes entes o entidades de gobierno.

En la localidad de Suba será necesario indagar acerca del Cabildo Muisca de Suba. Aunque el Proyecto no tendrá que adelantar el Licenciamiento ante la ANLA, se requerirá adelantar el trámite de certificado de procedencia y oportunidad de la consulta previa ante la DANCP. De acuerdo con el concepto que emita esta entidad, será o no necesario adelantar este proceso.

Si bien es cierto que la mayor parte de la L2MB se construirá de forma subterránea, en los análisis será necesario considerar que a lo largo del trazado se encuentran algunos bienes muebles e inmuebles de interés cultural, así como zonas de especial reconocimiento de la ciudadanía. En razón de lo anterior, se adelantará la articulación con las entidades del sector cultural tanto el ámbito nacional como internacional, con el objeto de generar una intervención acertada.

La participación y divulgación de la información oportuna, clara y con contenido, y la generación de estrategias con los diferentes actores sociales, serán un aliado en la validación del Proyecto y su empoderamiento, así como una fuente fundamental en la retroalimentación de los procesos técnicos (ambientales, urbanismo, diseño, sociales) durante la construcción de la L2MB. Por esta razón, tanto los esfuerzos como los mecanismos previstos atenderán las particularidades y la diversidad del corredor.

#### **RAMS (Entregable 14/ET-14)**

La estrategia para la gestión y el control de las actividades RAM+S satisfará las exigencias de las normas CENELEC EN 50126, EN 50128, EN 50129 y IEC 62278, IEC 62279 y IEC 62425.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

En consideración de la experiencia de la PLMB, se establecerá de forma inmediata en el marco de las actividades de debida diligencia un análisis crítico de la estrategia RAMS definida para el propósito de la L2MB. En este sentido, se propondrá mantener una estrategia similar a la que fue desarrollada para la línea 1. Se precisa sin embargo a continuación los aspectos claves de la estrategia RAMS que habrá que revisar y consolidar.

Se alimentará esta estrategia a través de numerosas experiencias de las empresas de la Asesoría (pl, Grand Paris Express Líneas 15, 16 y 17, Santiago Líneas 6 y 3, Bruselas Líneas 1 y 5, Buenos Aires Líneas A, B y D, Taipéi, Dubái, Lyon, etc.).

La metodología propuesta permite asegurar que las actividades RAM+S serán realizadas y coordinadas de tal manera que se alcanzarán los objetivos y rendimientos RAM+S del sistema y de los subsistemas. Es decir, la Seguridad y la Disponibilidad de servicio del sistema de transporte para los pasajeros, el operador y mantenedor. Esta metodología debe ser rigurosa porque un sistema ferroviario es un conjunto complejo y organizado, compuesto por subsistemas con interfaces entre ellos (interfaces internas), y/o interfaces con el entorno exterior (interfaces externas) y debe permitir optimizar la Seguridad y la Disponibilidad del empleo del sistema por el operador y mantenedor.

El objetivo es definir la metodología que será utilizada a la vez en las actividades de asesoría técnica y por los diferentes proveedores encargados de los subsistemas:

- Definición de los objetivos y requerimientos RAM+S para el proyecto
- Asignación de los objetivos y requerimientos RAM+S para los subsistemas abarcados
- Estandarización de los estudios y herramientas RAM+S asociados a la obtención y a la verificación de los niveles de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad previamente definidos
- Verificación, en cualquier momento del ciclo de desarrollo, que los objetivos RAM+S pueden alcanzarse

Se utilizará la experiencia y el *know-how* en redes ferroviarias existentes para definir los objetivos, rendimientos y requerimientos RAM+S tomando en cuenta las características específicas definidas para la L2MB (GoA4). Se pondrá atención particular a los objetivos RAM+S atribuidos a la operación/mantenimiento y se comprobará la pertinencia de estos para su aplicación al Proyecto. Una vez definidos y validados los objetivos y requerimientos RAM+S a nivel de sistema, se procederá a su asignación a los diferentes subsistemas del Proyecto. Se utilizarán métodos de asignación de objetivos reconocidos y definidos en las diferentes normas internacionales.

Se realizará un Análisis Preliminar de Riesgo (APR). Este APR permitirá identificar los requerimientos de seguridad a exportar a los diferentes subsistemas del proyecto para garantizar la seguridad del sistema global. Estos objetivos y requerimientos de seguridad serán incluidos en los documentos contractuales de cada interviniente, los cuales deberán comprobar que está todo bien establecido para respetarlos para garantizar la seguridad de los interfaces y la integración en seguridad de los subsistemas.

Se redactará un plan RAM+S (Programa RAM y Plan de Seguridad) del Proyecto que irá acompañado de unos procedimientos operacionales que presentarán los métodos y herramientas que habrá que utilizar para llevar a cabo los estudios RAM+S (p.ej., análisis funcional, AMDEC/FMECA, árboles de fallos, árboles de acontecimientos,

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

cálculos previsionales de fiabilidad y de mantenibilidad, etc.), con el fin de garantizar la homogeneidad del proceso RAM+S y facilitar el trabajo de síntesis con vistas a la realización de los informes RAM+S y Dossier de Seguridad para el conjunto del Proyecto en su ciclo de vida (desde su concepción hasta la puesta en servicio comercial con pasajeros).

### Señalización y control de trenes (Entregable 14/ET-12)

A la luz de la experiencia de la PLMB y considerando el requisito inicial de la L2MB de ser GoA4, se precisan a continuación los aspectos claves asociados con esta tecnología CBTC:

- Un CBTC ofrece una gran flexibilidad en operación, pero la reprogramación de funciones complementarias o inicialmente olvidadas requiere una recalificación parcial o total del sistema
- Un CBTC de calidad no necesita un sistema de señalización de respaldo (con semáforos, balizas) pero los trenes de mantenimiento deben ser equipados de la parte embarcada del CBTC, bajo pena de deber circular en marcha a vista
- La integración del CBTC entre la vía y los trenes es estrecha y la licitación separada del CBTC y de los trenes se vuelve delicada
- La compra de trenes dentro un horizonte de 10 años o más debe considerar la disponibilidad en el mercado a este momento del CBTC inicial y la capacidad o la voluntad del fabricante de tren para integrar una tecnología de más de 10 años de edad a bordo de sus trenes
- Un CBTC es una tecnología propietaria de cada fabricante y no se une con otras fabricaciones
- La extensión de la línea en otro horizonte sería más fácil con el mismo CBTC, si este producto se sigue fabricando

A pesar de eso, la etapa intermedia que utiliza tecnologías convencionales con circuitos de vía + semáforos y una capa ATP/ATO no se recomienda seleccionar hoy porque su flexibilidad en operación y la permanencia de su fabricación industrial no están garantizadas. Pero no se debe eliminar totalmente la opción de una capa de respaldo basada sobre ATP.

Para asegurar el proceso de licitación de la señalización y control de trenes, se propondrá un escenario global basado sobre los Programas Preliminares de Operación de Mantenimiento (POP y PMP) y sobre el documento general RAM+S. Después de la finalización del trazado (particularmente, con el ramal del complejo patio/taller, el plan de vías del patio, el plan de vías de las estaciones terminales), tal escenario identificará el intervalo inicial a la abertura de la L2MB que podrá aceptar el conjunto “trazado de línea / longitud del tren / ubicación de las agujas”, el intervalo mínimo absoluto, las condiciones de operación en modo degradado y las condiciones de evacuación.

La especificación de nivel funcional describirá todas las situaciones de operación, pero sin anticipar la arquitectura del sistema (centralizada o distribuida) que pertenece a los fabricantes.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Otros aspectos que se definirán con la EMB durante la fase inicial de optimización de los estudios son los siguientes:

- La interfaz con las puertas de andén
- La estrategia de licitación común (o no) entre señalización y trenes
- Las funcionalidades requeridas al nivel del Puesto de Mando Central a través del ATS

### Comunicaciones (Entregable 14/ET-13)

Se desarrollarán las siguientes actividades tomando en cuenta como insumo principal las especificaciones técnicas de la PLMB:

- Definir los criterios de diseño principales para:
  - ❖ Redes de comunicación (Red de Nivel Físico, Red de Transmisión de Voz y Datos, Red de Radiocomunicaciones de Voz y Datos).
  - ❖ Subsistemas de comunicación (Telefonía o Interfonía; Megafonía, Información al viajero, circuito cerrado de televisión - CCTV, Control de Accesos, Billetaje, Cronometría y Supervisión unificada).
- Actualizar y optimizar las especificaciones funcionales y técnicas y normativas asociadas. En esta fase se considerarán los siguientes puntos críticos del diseño:
  - ❖ La definición de las cámaras CCTV fijas y móviles en estaciones, patios y talleres.
  - ❖ La información dinámica al pasajero y con interfaz con el PCC, y su dimensionamiento de acuerdo al nivel de automatización (GoA4).
  - ❖ La legislación colombiana vigente sobre la radio. Apoyar a la EMB para la obtención de las autorizaciones de frecuencia en lo relacionado con la parte técnica del trámite.
  - ❖ La arquitectura evolutiva en términos de posibilidad de extensión de las redes de comunicación.
  - ❖ La alta disponibilidad de red de telefonía que debe también permitir las llamadas directas.
  - ❖ La definición del protocolo de ingreso a salas con control de acceso de acuerdo al modelo operativo.
  - ❖ La inteligibilidad del sistema de Megafonía que debe ser concordante con una percepción de mensajes adecuada en tiempo y espacio.
  - ❖ El nivel de confort de uso requerido, la compatibilidad con lo existente y la disponibilidad del sistema de billetaje.
  - ❖ El dimensionamiento de los equipos de control de entradas y salidas en función del "pphpd" (pasajeros por hora y por dirección) previstos.
- Definir las interfaces. Un punto clave será la definición y coordinación de las interfaces lo que representará una prioridad desde el inicio de las actividades. En consecuencia, las especificaciones de las interfaces con las especialidades siguientes serán realizadas con especial atención:
  - ❖ Con los sistemas de señalización, Material Rodante, Energía, Seguridad Incendio y Puertas de Andén.
  - ❖ Con las obras civiles (inserción de los equipos, pasadas de cables, definición de las salas técnicas, etc.).

### **Puertas de andén (Entregable 14/ET-16)**

Considerando las premisas iniciales que la L2MB sea un metro automático (GoA4), se establece la necesidad de integración de puertas de andenes. Se utilizarán como insumos principales los diseños y las especificaciones que fueron desarrolladas en el marco de la estructuración técnica de la PLMB.

Sin embargo, se volverá a presentar el abanico de tipos de PDA que se podrían considerar para la L2MB con sus ventajas y desventajas mutuales recalcando entre otros los aspectos asociados con los limitantes de estaciones subterráneas.

- Preparación de las especificaciones Funcionales y Técnicas, Normativas Asociadas, Condiciones y Requerimientos Ambientales. En esta fase se considerarán los siguientes puntos críticos del diseño:
  - ❖ La estética de las PDA (con un máximo de transparencia), respetando una resistencia mecánica alta.
  - ❖ Dificultades potenciales ligadas al trazado (andenes en curva, etc.).
  - ❖ Condiciones particulares del medio ambiente con fuertes exigencias sísmicas.
  - ❖ Requerimientos de la parte arquitectural y estética, que se tendrán que tomar en cuenta para el diseño de las PDA.
  - ❖ Requerimientos en acuerdo con los escenarios de evacuación.
- Definición de las interfaces. Un punto clave será la definición y coordinación de las interfaces lo que representará una prioridad desde el inicio de las actividades. En consecuencia, las especificaciones de las interfaces con las especialidades siguientes serán realizadas con especial atención:
  - ❖ Vía y Material Rodante. El conjunto vía, material rodante y PDA forma un trío indisoluble en lo que corresponde a los problemas de gálibo (acceso en particular para las personas con movilidad reducida, riesgo de atascamiento entre los trenes y las PDA).
  - ❖ CBTC. Las PDA reciben y mandan informaciones (mandos, alarmas) del CBTC o del tren. La interfaz de las PDA con el control de tren generalmente incluye los mandos de apertura y cierre de las PDA según la longitud del tren, las síntesis de la posición de las PDA y de emergencia (abiertas, cerradas, acerrojadas), la señalización sonora y visual de cierre de las puertas.
  - ❖ Obras civiles. El diseño básico de las estaciones tendrá que tomar en cuenta los requerimientos ligados a las PDA. Requerimientos de aislamiento eléctrico, modos de fijación al andén (de acuerdo a las cargas estáticas y dinámicas), resistencia mecánica del andén y coordinación de las obras de montaje forman parte de los puntos que se deben definir. También se deben considerar las reservaciones de espacio para los equipos de control, alimentación y respaldo eléctrico (baterías y UPS) de las PDA.

### **Alimentación eléctrica y tracción (Entregable 14/ET-18)**



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

La definición de la red de energía tracción de la L2MB se desarrollará según un proceso que parte de la disponibilidad de la potencia necesaria al nivel del tren. De hecho, tal disponibilidad debería ser máxima y se obtendrá gracias a una combinación de la disponibilidad al nivel de la red de alta tensión de Bogotá y de la arquitectura eléctrica de la red tracción (y auxiliar) del Metro.

Se entiende que EMB tiene una capacidad y una autoridad suficiente para incluir a CODENSA en el proceso de definición de L2MB. Tal nivel de intercambio técnico y contractual (desde el punto de vista de la compra de la energía) para suministrar la energía eléctrica al futuro Metro es fundamental y se debe finalizar antes de las tareas de diseño de la red de tracción y de modelación de la potencia necesaria.

De manera común, se sabe que tanto más alta es la tensión de una red eléctrica, más confiable es la permanencia de la potencia disponible. Se trata aquí de dos aspectos: ausencia de apagón y potencia de corto circuito disponible. Siguiendo esta lógica, será más conveniente la idea de conectarse al nivel de tensión más alto en la región, pero la distancia a los puntos de acometida puede ser muy larga y el costo de la conexión será en proporción.

Luego se buscará, en coordinación con CODENSA, los puntos de acometida que ofrecen la mejor combinación “nivel de tensión / distancia hasta la L2MB”. De este punto, se diseñará la arquitectura de la alimentación tracción y auxiliar del Metro, considerando la necesidad de una o varios SER, de una distribución de la tensión intermedia en antena (simple o doble) o en anillo (simple o doble).

Los criterios RAM+S de alto nivel (nivel de la línea) dictarán las opciones preferibles de la arquitectura de las SET (grupo “transformador + rectificador” simple, o doble, o triple) según la probabilidad de apagón a este nivel de tensión; las exigencias de disponibilidad y de reconfiguración del suministro tracción y auxiliares aportarán los elementos de ayuda a la elección de la arquitectura de bajo nivel (nivel tracción y puestos alumbrado y fuerza).

La modelación eléctrica se realizará con un software específico cuando el diseño del nivel de alta tensión haya sido confirmado. Se requerirá para la realización de esta modelación: un trazado y un perfil de vía finalizados e incluyendo el ramal hasta el complejo patio/taller, la ubicación final de las estaciones y también la confirmación del sistema de captación de energía; luego, con base en el modelo de operación elaborado en el POP (Programa de Operación Preliminar), se confirmará la potencia eléctrica de los trenes aumentada de la potencia de los auxiliares embarcados y se verificará desde el punto de vista puramente de dinámica de los móviles (los trenes) que se cumplen los tiempos de recorridos y la velocidad comercial. El software considera el nivel de automatización previsto y elabora cálculos que integran los ahorros resultando de una operación en modo GoA4.

Es solamente al final de este proceso que se podrá considerar la potencia total a instalar, así como su distribución al largo de la línea, incluyendo el complejo patio/taller. El proceso de dimensionamiento eléctrico incluirá consideraciones sobre la extensión de la L2MB que pueden modificar la ubicación de las últimas SET al final de la línea.

Es un proceso que generalmente requiere de una modelación parcial para confirmar la ubicación de las SET así como otras opciones como el uso posible de la SET del complejo patio/taller en situación de compensación de falla de una SET de la extremidad de la línea.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

A este nivel de diseño se podrá proponer una arquitectura completa del suministro de la energía eléctrica a la L2MB, desde la o las SER hasta las SET con sus Puestos Alumbrado y Fuerza (PAF), incluyendo las consideraciones de riesgo de falla a cualquier nivel de la red eléctrica y de la línea de Metro.

### **Superestructura de vía (Entregable 14/ET-22)**

El alcance para el del diseño de la superestructura de vía férrea agrupa varias actividades:

- Actualizar y optimizar los criterios de Diseño principales y particularmente los puntos siguientes:
  - ❖ El proyecto geométrico del sistema de vías en túnel, viaducto y a nivel.
  - ❖ Los niveles de confort para los pasajeros y de vibración aceptable en las edificaciones vecinas.
  - ❖ Las diversas alternativas de colocación de la vía en túnel, viaducto y a nivel para las vías principales, secundarias y los aparatos de vía.
  - ❖ Las definiciones conceptuales y básicas de todas las vías inclusive en el patio-taller.

Se realizará un estudio técnico-económico de tecnologías de vías alternativas con el objetivo de entregar un panorama de las alternativas tecnológicas que se pueden poner en obra, tomando en cuenta los aspectos de mantenibilidad, vibraciones y ruidos, LCC (Life Cycle Cost) y el medio ambiente.

- Actualizar y Optimizar las especificaciones Funcionales y Técnicas y Normativas Asociadas. En esta fase se consideran los siguientes puntos críticos del diseño:
  - ❖ Se identificarán las zonas potenciales de emisión de vibración y ruido, y prever desde el inicio del diseño medidas de mitigación potenciales. Se integrarán al informe de estudio de tecnologías de vías alternativas las principales medidas comprobadas de mitigación de vibraciones en entorno ferroviario.
  - ❖ Todas las características, de cada elemento, las normas, las tolerancias dimensionales y todas las pruebas que se requieran, así como también las condiciones de garantía que se exigirán para asegurar la calidad requerida.
  - ❖ Los estudios RAMS a nivel de vía.
- Definición de las interfaces. Un punto clave será la definición y coordinación de las interfaces lo que representará una prioridad desde el inicio de las actividades. En consecuencia, las especificaciones de las interfaces con las especialidades siguientes serán consideradas con especial atención:
  - ❖ Alimentación eléctrica. Aislamiento eléctrico para restringir las corrientes de fuga y metas para drenaje de los corrientes de fuga; la conexión eléctrica de riel a riel y de vía a vía con las conexiones equipotenciales necesarias.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- ❖ Material rodante. Para garantizar un rodamiento seguro y confortable para los usuarios, se analizará la selección de la dureza y del perfil del riel para que el desgaste de la rueda y del riel sean repartidos o bien la elección del tratamiento de una parte de los rieles.
- ❖ Obras civiles. Se trata de una interfaz fundamental cuya importancia será mayor, en que se tratarán entre otros el control y canalización de las aguas, ubicación de los radiers especiales para aparatos de vía, malla de tierra, etc.

### CCO (Entregable 14/ET-23)

El alcance del diseño del CCO (o PCC para Puesto Central de Control) agrupa las siguientes actividades:

- Actualizar y optimizar los criterios de diseño principales

En colaboración con EMB, se deberá determinar la factibilidad de tener un CCO en las mismas instalaciones que el CCO de la PLMB. Si fuese positivo, se deberán determinar los factores limitantes asociados al contrato de concesión vigente de la PLMB. En caso negativo, se deberá identificar un predio adecuado para la realización de este nuevo CCO.

Para este propósito, se calculará una estimación del espacio necesario (metros cuadrados), tomando en cuenta por mínimo los siguientes elementos:

- ❖ Número y tipo de los puestos de mando asignados a los operadores.
- ❖ Tablero de Control Óptico (TCO).
- ❖ Sala de crisis y locales técnicos.
- ❖ Extensión futura de la línea.

En función de la definición de ubicación del PCC, se actualizarán y optimizarán los requerimientos del diseño ergonómico, luminoso y de confort térmico de los puestos del centro de control.

Por otra parte, se deberá definir una arquitectura que sea compatible y alimentada por el CCO de la PLMB para que se pueda visualizar los incidentes de ambas líneas, **e incluso en las futuras líneas que harán parte de un sistema**, y proporcionar la información requerida a los usuarios de las mismas a través de los canales de comunicación adecuados y existentes.

- Actualizar y Optimizar las especificaciones Funcionales y Técnicas y Normativas Asociadas. En esta fase, los siguientes puntos críticos del diseño serán considerados:
  - ❖ El nivel de automatización
  - ❖ Las especificaciones particulares a nivel del software, las cuales serán elaboradas por parte de los especialistas del equipo RAMS en coordinación con los especialistas a cargo del Sistema de CCO.
  - ❖ La estrategia de respaldo del CCO (otro CCO, gestión descentralizada de la línea)

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

❖ La seguridad del Puesto Central de Control.

- Definición de los interfaces

Un punto clave será la definición y coordinación de las interfaces lo que representará una prioridad desde el inicio de las actividades. En consecuencia, las especificaciones de las interfaces con las especialidades siguientes serán tratadas con una atención especial.

❖ Sistemas. Interfaces para monitorear y controlar los varios sistemas.

❖ Obras civiles. Para los equipos del CCO en los locales técnicos, se definirán requerimientos para la obras civiles, la energía, la ventilación / aire acondicionado, etc. Se diseñarán planos tipos de los locales técnicos con el tamaño estimado de los equipos, etc. Además, para los equipos del Sistema de Mando y Supervisión en el CCO, se definirán requerimientos ergonómicos, luminosos y de confort térmico. Se diseñarán planos tipos del CCO con las dimensiones y ubicación de todos los puestos operadores y tableros de control óptico.

- Diseño del edificio

El diseño del edificio se realizará con base en el programa funcional definido por las necesidades operacionales y de sistemas. Como en el diseño de las estaciones, un equipo pluridisciplinario de arquitectos e ingenieros trabajarán conjuntamente para concebir un edificio funcional y estético.

El CCO será el sitio de trabajo para una parte del personal de la L2MB, por lo cual debe de ser un lugar agradable para ellos y de fácil utilización. Además de los criterios de funcionalidad, el edificio deberá ser accesible, confortable, seguro y de fácil mantenimiento. La arquitectura exterior deberá cuidarse, ya que este edificio administrativo representará al Metro de Bogotá en el entorno urbano. El interior debe asimismo ser estético para crear un buen ambiente de trabajo.

#### **Costos de inversión - CAPEX - (Entregable 16/ET-26)**

Este entregable será el resultado de un proceso de maduración de los diseños de factibilidad, considerando que el estimativo de costos se irá detallando según el avance de cada entregable. Dentro de las actividades generales por desarrollar para dicho estimativo se incluyen las siguientes, resaltando que se dará total cumplimiento al detalle solicitado en la ET26 – CAPEX:

- Validación y aprobación de la estructura del presupuesto

Se complementará la estructura de desagregación del presupuesto para la respectiva aprobación, la cual involucrará las cuatro secciones iniciales de costos: (S1) Obra civil, (S2) Instalaciones y Equipos, (S3) Material Rodante y adquisición de trenes y (S4) Varios (resultados según el avance de los estudios). La misma será desagregada en capítulos y subcapítulos de forma que puedan adelantar el control y seguimiento acorde al nivel de estudio.

- Consolidación de cantidades de todas las disciplinas involucradas

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

A partir de los diseños realizados a nivel de factibilidad se cuantificarán las cantidades de obra para lo cual se emplearán herramientas informáticas especializadas según cada especialidad, así mismo, se apoyará el estimativo con el modelo BIM. Las cantidades serán contrastadas por otros medios para validar los órdenes de magnitud de las cantidades representativas

- Definición de precios unitarios - Análisis de precios unitarios (APU)

Los precios unitarios serán obtenidos de la elaboración de análisis detallados de cada uno de ellos, dan relevancia los de mayor impacto en el proyecto. Cada precio unitario estará compuesto por costos directos correspondientes a equipos, materiales, transportes y mano de obra requerida.

- Equipos: los costos de los equipos incluirán todos los costos asociados para prestar los servicios correspondientes según la actividad, es decir, incluir los costos de propiedad, mantenimiento, operación y operario, los costos serán estimados como tarifa horaria.
- Materiales: los costos de materiales corresponderán a los costos de fabricación, suministro, transporte al sitio de las obras y desperdicios. En el caso de los equipos importados, se tendrán en cuenta todos los costos de transporte marítimo, seguros, nacionalización, impuestos (cuando apliquen), intermediación aduanera, transporte terrestre y seguros nacionales.
- Mano de obra: corresponderá a los costos de personal requerido incluida los cargos por prestaciones sociales de acuerdo con disposiciones legales vigentes e incluyendo todos los elementos de protección personal.
- Transporte: de requerirse para actividades particulares se incluirá el costo de transporte de manera separada, principalmente para actividades relacionadas con el movimiento de tierras.
- Costos indirectos: este estimativo se desarrollará en función de la proyección de las necesidades de construcción de las obras, definiendo los respectivos costos de administración, imprevistos y utilidad (AIU); dichos costos serán presentados como un porcentaje de los costos directos.

- Estimativo del presupuesto de construcción

El presupuesto de construcción será la sumatoria del producto cantidad por precio unitario de cada una de las actividades requeridas para la materialización de los diseños. Incrementado en los respectivos costos indirectos a través del AIU.

- Estimativo de costos complementarios

Adicionalmente a los costos de construcción se incluirá el estimativo de costos relacionada con ingeniería de detalle, PMAS, PMS, PDCA, permisos y licencias, gestión predial, Interventoría y PMO.

- Valoración de contingencia según nivel de estudio

Teniendo en cuenta el nivel de estudio desarrollado, factibilidad, se realizará un estimativo de incertidumbre para los diferentes componentes del presupuesto de manera que se cubran aspectos a ser evaluados en etapas posteriores de estudio.

- Análisis de resultados

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Con la información consolidada de costos se realizarán los respectivos análisis de resultados identificando posibles aspectos relevantes que permitan adoptar medidas o acciones para la viabilización del CAPEX del proyecto.

- Consideraciones generales
  - La información de presupuesto estará estrechamente relacionada con las especificaciones técnicas, de manera que su control y seguimiento sea el adecuado.
  - Todas las cantidades de obra tendrán su correspondiente memoria de cálculo, donde se podrá validar la información consolidada en el presupuesto.
  - El estimativo de costos es un proceso dinámico que involucra distintos aspectos incontrolables que están estrechamente relacionados con factores externos que incluyen factores como método de contratación, transferencia de riesgos al contratista constructor, condiciones de mercado, tipo de contratista y condición de país, entre otros. Las estimaciones y proyecciones estarán encaminadas a minimizar estas incertidumbres y tener las previsiones correspondientes para la toma de decisiones.
  - Todo el proceso de estimación de costos estará estrechamente relacionado con la modelación financiera, interactuando en las dos vías de forma que se pueda generar los espacios de retroalimentación y obtención de los mejores resultados para la viabilización del Proyecto.

**Programa obra y flujo de inversiones - (Entregable 16/ET-27)**

El programa de obra del proyecto será estructurado en función de las cantidades de obra consolidado en el entregable de CAPEX, información de rendimientos referenciales de proyectos con actividades similares y de acuerdo con la secuencia constructiva definida según las necesidades y restricciones del proyecto y su entorno. Para el logro del objetivo se desarrollarán al menos las siguientes actividades generales, todo bajo el entendimiento y cumplimiento de la totalidad de los alcances detallados en la ET 27 – Programación de obra y flujo de inversiones:

- Identificación y definición premisas, restricciones e hipótesis  
Se identificarán, analizarán y definirán las principales premisas, restricciones e hipótesis para la conformación de la secuencia constructiva. Entre los aspectos por definir se incluyen los horarios y calendario de trabajo, restricciones de movilidad, restricciones operativas TransMilenio, cantidad de tuneladoras y cantidad de pozos, entre otros.
- Definición de actividades  
Para las diferentes obras se definirán las actividades relevantes que reflejen de mejor forma la secuencia constructiva. Dentro de las actividades relevantes se tenderán excavaciones, rellenos, concretos, equipos principales, espacio público, estaciones, fechas previstas de inicio, restricciones y requerimientos de EMB, condiciones financieras legales y financieras, entre otros.
- Definición de tiempos de ejecución según las cantidades representativas  
Para las actividades contenidas en el programa se definirán los rendimientos según la información referencial de proyectos con actividades similares, estimaciones paramétricas; estimaciones basadas en “juicio de expertos” y/o

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

“técnicas grupales”, buscando la optimización de tiempos e impactos por las intervención en la infraestructura existente.

- Asignación de dependencia entre actividades (predecesoras y sucesoras)

Para todas las actividades se le asignará las respectivas dependencia lógicas, garantizando que solo el inicio y final del proyecto no tendrán dependencia. Se buscará la utilización de relación de actividades final - comienzo y comienzo - comienzo.

- Análisis de resultados y ruta crítica

Revisión de los resultados según las premisas iniciales y análisis de la ruta crítica que permita evaluar las posibles acciones de mejora y ajuste de forma de viabilizar los plazos de ejecución de las obras y su relación con el modelo financiero. Así mismo, se evaluarán y analizarán rutas subcríticas que puedan convertirse con alta probabilidad en actividades críticas de forma que puedan generarse los mecanismo de control y/o medidas de mitigación.

- Evaluación de escenarios

Con la configuración de las actividades con sus rendimientos, duraciones y dependencia se evaluarán posibles escenarios de secuenciación constructiva que permita evaluar la mejor alternativa de desarrollo de los trabajos, el impacto en los costos y el impacto en movilidad.

- Propuesta de flujo de inversiones

Para la realización del flujo de inversión se partirá del presupuesto consolidado y el cronograma propuesto. Así mismo, de acuerdo con los resultados de la modelación financiera y definiciones legales se establecerá la unidad de agregación o desagregación de los costos a través del tiempo para así conformar el respectivo flujo. Entre las actividades generales a desarrollar se tiene las siguientes dando cumplimiento al detalle establecido en el ET27 – Programación de obra y flujo de inversiones:

- Definición de las unidad de medida o cuantificación de costos por unidad de tiempo
- Definición de condiciones particulares de periodos de pago
- Definición de costos por periodo de análisis
- Estimación del flujo de inversión y curvas de inversión.
- Presentar el plan de inversiones en el tiempo estimado de inversión a partir del presupuesto total consolidado junto con la línea base de costo. Este flujo o “crono-capex” se presentará de manera mensualizada y anualizada.
- Todo el proceso de estimación de plazos de construcción y flujo de inversión estará estrechamente relacionado con la modelación financiera, interactuando en las dos vías de forma que se pueda generar los espacios de retroalimentación y obtención de los mejores resultados para la viabilización del Proyecto.

#### **OPEX - (Entregable 16/ET-28)**

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

La estimación de costos de operación y mantenimiento (OPEX) estará basado en los planes preliminares de operación (POP) y mantenimiento (PMP) y los diseños de factibilidad, así como los aspectos contractuales y legales. Dentro de las actividades generales a desarrollar para dar cumplimiento al detalle establecido en la “ET28 – Costos de operación OPEX” se tiene las siguientes:

- Integración Plan de operación preliminar (POP) y Plan de mantenimiento preliminar (PMP)

Integrar en un solo documento de costos los resultados del POP y PMP debidamente actualizados de acuerdo con los diseños finales a nivel de factibilidad, definiciones de contratación, modelo financiero, riesgos y aspectos legales.

- Definición de actividades

Dentro de los costos del modelo de operación y mantenimiento se estimarán al menos los siguientes:

- Modelo operativo
- Personal de operación
- Atención al cliente
- Limpieza
- Seguridad
- Centro de Control Operacional
- Personal de mantenimiento
- Energía

- Definición de costos

Los costos unitarios serán definidos de acuerdo con cada componente e incluirán todos los necesarios para desarrollar adecuadamente la actividad, incluyendo impuestos, transportes, seguros y costos complementarios para garantizar la disponibilidad de cada insumo en el sitio de las obras. Los costos estarán desagregados de manera que se puedan realizar los respectivos análisis y sensibilizaciones del caso.

- Desagregación de los costos

Los costos serán desagregados en al menos las siguientes grupos de actividades y los mismos contendrá detalle de actividades según aplique a cada caso:

- Material rodante, CBTC
- Scada-Telecomunicaciones
- PDA - Infraestructura estaciones
- Peaje
- Vía férrea
- Energía (instalaciones)
- E&M
- Patio - Taller
- Consumo energía
- Pólizas de seguro
- Soporte administrativo.

- Consolidación costos de operación y mantenimiento (OPEX)



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Se realizará la consolidación de toda la información de costos evaluando los resultados de forma que se obtenga la mejor condición operativa según las premisas establecidas.

- Interacción con la modelación financiera,

Todo el proceso de estimación de costos de operación estará estrechamente relacionado con la modelación financiera, interactuando en las dos vías de forma que se pueda generar los espacios de retroalimentación y obtención de los mejores resultados para la viabilización del Proyecto.

### **Apéndices técnicos y prepliegos PMO (Entregable 21), Proceso principal - Precalificación y manifestación de interés (Entregable 22), Interventoría y Auscultación (Entregable 23)**

Para el desarrollo de los aspectos técnicos de los Entregables 21 al 23, la Asesoría desarrollará las siguientes actividades:

- Plan de gestión de riesgos

El componente técnico proveerá los insumos técnicos necesarios para la elaboración del plan de gestión de riesgos. Este plan de gestión de riesgos incluirá: identificación, clasificación, análisis cualitativo (matriz de riesgos con la calificación, prioridad según su probabilidad e impacto potencial), análisis cuantitativo y planificación de la respuesta a los riesgos. Estos planes de respuesta o planes de mitigación incluirán: esquema de asignación de riesgos en las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto (diseño, construcción, operación y mantenimiento), recomendando la asignación más apropiada para los actores intervinientes en el Contrato (Contratista y Contratante), definición de reservas para contingencia y reservas de gestión a considerar en el plazo y costo del proyecto, su impacto en la viabilidad financiera y determinación de los disparadores de riesgos.

- Definición del modelo de transacción

El Asesor Técnico participará en el proceso de definición del Diseño de Transacción y apoyará, desde el punto de vista técnico y en la toma de decisiones, la elaboración del modelo financiero y en el diseño de la estructura de financiación. Para este fin, se desarrollará el CAPEX y OPEX del proyecto, incluyendo las provisiones por imprevistos, reajustes y/o riesgos no predecibles.

- Hoja de Términos

Se participará en la elaboración de una Hoja de Términos (Term Sheet) o el modelo de contrato para cada uno de los procesos y contrataciones que se definan adelantando aportando la documentación técnica que se requiera.

- Elaboración de estudios previos

El Asesor Técnico desarrollará las siguientes actividades:

a. Plan de Implementación del Proyecto, en el que se debe identificar y proponer la conveniencia de ejecutar el Proyecto en varios frentes de trabajo, de tal manera que se logre una mayor eficiencia en el proceso de construcción.

b. Identificar los interesados e intervinientes en el Proyecto y elaborar el respectivo plan de gestión de interesados e intervinientes, con énfasis en aquellos que, por su influencia, poder y/o interés, puedan afectar positiva o

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

negativamente el desarrollo del o los futuros contratos. Aquellos que generen potenciales efectos negativos deben ser incluidos en el Plan de gestión de riesgos.

c. Elaborar el plan de gestión de riesgos, que incluya los actores que puedan incidir negativamente en el desarrollo del Proyecto.

d. Plan de aprobaciones y permisos que se requieren de las diferentes entidades públicas y privadas de orden nacional, departamental y local. Asimismo, este plan debe formular estrategias en cuanto a la gestión interinstitucional que permita tomar decisiones oportunas de acuerdo con el programa de obra que se defina.

e. Identificar y proponer tecnologías y/o plataformas tecnológicas para la Gestión y Gerencia de la Información durante las etapas de Preconstrucción, Construcción, Operación y Mantenimiento, de acuerdo con los últimos estándares en la materia. Entre ellas, debe darse continuidad a la aplicación del BIM en esas etapas del Proyecto.

f. Proponer acciones de tipo institucional y normativo para la ejecución del Proyecto, así como la organización y gestión durante su construcción y operación.

g. Incorporar a la documentación que soportará los procesos de licitación toda la documentación técnica que éste genere, tal como pre-pliegos y pliegos de condiciones para la selección de contratista(s) de la obra civil, suministro, montajes y pruebas de equipos e instalaciones, material rodante, capacitación y puesta en marcha del sistema, así como los procedimientos de elaboración de los estudios y diseños de la ingeniería de detalle y los documentos para el proceso de selección de la(s) Interventoría(s) de la obra y PMO.

h. Suministrar la información que se genere en el proceso de la estructuración técnica, e incorporarla al Cuarto de Datos que implementará la entidad contratante del Proyecto.

- Cuarto de Datos

Se diseñará y proveerá la infraestructura para desarrollar un centro virtual de procesamiento y almacenamiento de datos o "Cuarto de Datos", el cual contendrá toda la información documental, en medio magnético, relevante para los interesados en los procesos de selección del Proyecto. El Asesor Técnico definirá la infraestructura requerida, implementará las medidas de control del manejo y respaldo de la información, definirá su operación y establecerá su manual de uso. Será el responsable de cargar y manejar la información, manteniendo actualizada la información. Desarrollará toda su gestión (consultas, reportes) incluyendo el cumplimiento de los lineamientos de archivo e inventario, de acuerdo con la normatividad del Archivo General de la Nación. Al finalizar el proyecto, se realizará la entrega del mencionado cuarto a EMB.

- Apéndices Técnicos

Se elaborarán las especificaciones técnicas para la contratación de la ingeniería de detalle; construcción de obras; fabricación y montajes de equipos de los sistemas y subsistemas, pruebas y puesta en marcha del sistema, así como los temas relacionados con las capacitaciones.

Se definirán los parámetros técnicos de operación del sistema, Igualmente, los indicadores de gestión que permitan monitorear y evaluar la operación y mantenimiento del sistema.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Se definirán parámetros de desempeño e hitos de construcción, en función de un programa de obra, teniendo en cuenta la forma óptima de o las licitaciones, en armonía con los planes de desembolsos y utilidades que garanticen el flujo de caja debido al (los) constructor (es).

Se propondrán indicadores de niveles de servicio y estándares de calidad, y buen desempeño del servicio.

Se definirán las obligaciones, lineamientos, parámetros y especificaciones técnicas de gestión Ambiental, Seguridad y Salud en el Trabajo y Social necesarias para el desarrollo del Proyecto, cumpliendo con la normatividad nacional vigente e internacional (que aplique) y las directrices establecidas por la banca multilateral.

Se propondrán parámetros y metas de control y desempeño que servirán para definir obligaciones del adjudicatario durante la ejecución de su contrato.

Se propondrán parámetros de evaluación técnica para las ofertas (obra e interventoría, auscultación y PMO) que se reciban en el marco de los procesos de selección.

Se elaborarán los apéndices técnicos para los Términos de Referencia con los cuales se deben ejecutar los estudios y diseños de la ingeniería de detalle del Proyecto, a cargo del o las empresas contratistas, según se defina en la etapa de diseño de la transacción de la estructuración. Estos apéndices técnicos cubrirán, entre otros, los procedimientos de elaboración de los diseños, presentación y revisión de los mismos, procesos de control de cambios y plazos de aprobación de los diseños por la Interventoría. Estos apéndices deben ser considerados tanto para los contratos principales para la ejecución del Proyecto como para la interventoría, PMO y Auscultación.

Se recomendarán las acciones y los momentos adecuados para iniciar y terminar las actividades asociadas a los trámites para la obtención de licencias, permisos y autorizaciones ambientales, de construcción, y todas las aprobaciones que se requieran para ejecutar el Proyecto, teniendo en cuenta los tiempos estimados de consecución de las mismas, y la planificación de la ejecución del Proyecto.

Se elaborará un resumen de la descripción técnica del proyecto, cubriendo todos los componentes del diseño que fueron elaborados durante la factibilidad técnica.

- Prepliegos y Pliegos de condiciones

Se preparará el contenido técnico, ambiental, social y predial requerido para iniciar los procesos de selección que EMB adelante en desarrollo del Proyecto.

Se evaluarán y propondrán los perfiles del personal clave requerido para las empresas contratistas, interventoras, auscultación y PMO, así como los requisitos técnicos por establecerse en los documentos precontractuales (prepliegos y pliegos de condiciones).

Se participará en la estimación y propuesta del importe de garantías a ser solicitadas a los proponentes en todos los procesos de selección.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Se prepararán las respuestas a los comentarios, sugerencias, consultas y otros, que efectúen los potenciales oferentes a los prepliegos y pliegos de condiciones de las licitaciones, y se prepararán los ajustes a los documentos que sean necesarios (adendas), en lo referente a los aspectos técnicos.

Se registrará la documentación técnica resultante del proceso de atención de preguntas y observaciones por parte de los eventuales oferentes para la construcción del Proyecto, para ser incluida en el Cuarto de Datos.

Se participará, junto a EMB, en reuniones para socializar los documentos contractuales necesarios para adelantar los procesos de selección, dirigidos a representantes de los organismos multilaterales, gremios del sector de infraestructura, aseguradoras, financiadores, organizaciones sociales que lo requieran, etc.

Se prestará apoyo a la Entidad contratante en la realización de dos (2) eventos de promoción “Road Show” del Proyecto L2MB, uno nacional y otro internacional, entre las diferentes entidades relacionadas con el desarrollo del mismo y potenciales interesados. El apoyo del Asesor Técnico se materializa en la elaboración de los documentos técnicos del proyecto necesarios para la realización de los eventos de promoción.

- Adjudicación

El Asesor Técnico apoyará a EMB en las respuestas a las preguntas técnicas y/o requerimientos que surjan en el proceso de adjudicación del o de los contratos principales y PMO.

### 3.5.2. Componente financiero

Como se ha mencionado anteriormente, el componente financiero se desarrollará a través de una profunda integración con los componentes técnico, legal y de riesgos, de modo que los insumos de los otros componentes sean incorporados de la mejor manera y a su vez el componente financiero provea los insumos adecuados para el desarrollo de otras actividades y para el proceso de toma de decisiones del Proyecto. A nivel financiero se realizarán las siguientes actividades:

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)



Figura 11. Actividades financieras por desarrollar  
Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2.1. Debida diligencia

Se llevarán a cabo las actividades relativas a la debida diligencia del proyecto, donde se recopilará y analizará información del siguiente tipo:

- Estudios de carácter técnico, legal, financiero y de riesgos que se hayan realizado para el proyecto
- Información sobre las condiciones de la estructuración y actual ejecución de la Primera Línea del Metro de Bogotá
- Documentación e información relativa a la situación fiscal, disponibilidad de recursos, capacidad de endeudamiento, entre otros del Distrito de Bogotá y de la Nación
- Información sobre mercados de capitales local e internacional
- Información sobre situación macroeconómica del país y de Bogotá
- Información sobre el sistema tarifario de transporte público de pasajeros de Bogotá
- Información sobre experiencias nacionales e internacionales similares al Proyecto

Lo anterior y de acuerdo con lo mencionado se realizará con información secundaria y con reuniones con entidades públicas y con reunión con diferentes actores del mercado.

A partir de la información recopilada, se obtendrán insumos y conclusiones importantes para la toma de decisiones del proyecto, además de puntos clave aprendidos de otras experiencias que permitan conocer las mejores prácticas aplicables al proyecto.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Adicionalmente, a partir de la información recopilada en la Fase 2, y los resultados de la ingeniería conceptual del proyecto, se desarrollarán las actividades necesarias para la obtención de victorias tempranas en la estructuración, correspondiendo estas a productos preliminares que permitan tener un nivel de información para mejorar la eficiencia en la toma temprana de decisiones y permitir al mercado conocer la transacción con antelación. Entre las victorias tempranas se encuentran, sin limitarse, las siguientes actividades:

- Identificación de alternativas inicial
- Modelo financiero preliminar
- Análisis preliminar de riesgos y seguros
- Hoja de términos preliminar de la transacción y reuniones con actores del mercado

#### 3.5.2.1.1. *Benchmarking*

Se realizará un análisis de casos de estudio, de experiencias nacionales e internacionales de diferentes esquemas de operación de sistemas de transporte, las cuales serán concertadas con el cliente. Este ejercicio permitirá identificar buenas prácticas en proyectos de transporte férreo similares a la L2MB y los procesos relacionados con la prestación del servicio para abordar aspectos relevantes en este tipo de proyectos.

#### **¿Qué es el benchmarking?**

El benchmarking es el proceso para evaluar comparativamente casos de estudio. El objetivo general es identificar buenas prácticas para analizar y/o incorporar en los procesos del Proyecto.

Los objetivos del benchmarking son los siguientes:

- Evaluar procesos y productos de cada caso de estudio
- Identificar buenas prácticas a nivel nacional e internacional
- Identificar aspectos relevantes para el proyecto con la información recopilada
- Identificar alternativas de financiación innovadoras existentes en los mercados internacionales para proyectos de infraestructura y su operación.

Conocer la capacidad y restricciones técnicas, financieras, económicas y legales de los actores que participan en el proceso. Los objetivos del benchmarking constituyen la base para la implementación de nuevas estructuras de negocio y para identificar oportunidades de innovación, así como de aspectos que redunden de manera positiva en la prestación del servicio.

#### **¿Para qué se hace?**

Para el proceso del benchmarking se analizarán experiencias nacionales e internacionales

La selección de los casos de estudio debe estar basada en la disponibilidad de información secundaria y en la relevancia de cada caso para el proyecto.

Los criterios de selección para los casos de estudio son los siguientes:

- Fórmula de remuneración
- Estructura de retribución y deducciones
- Fuentes de ingresos del proyecto (fuentes comerciales, captura de valor, entre otras) cuyo potencial sea debidamente capitalizado en armonía con la estructuración técnica.
- Esquemas de explotación de negocios colaterales asociados
- Fuentes de financiación para la infraestructura y material rodante
- Indicadores, estructura tarifaria, incentivos y penalización
- Mecanismos de cobertura
- Fórmulas de terminación anticipada del contrato
- Asignación de riesgos
- Sistema comparable a la L2MB, en ítems como ser subterráneo, ser parte de una red de transporte y que interactúe con varios modos en la misma ciudad.

Se analizarán y estudiarán casos de éxito, experiencias internacionales y lecciones aprendidas a nivel mundial de proyectos similares a la L2MB. Se analizarán las condiciones en el financiamiento, estructuras financieras (plazo, tasa, garantías, montos, método de amortización, etc.), la estructura contractual entre las partes involucradas, las fuentes de financiación para la provisión de material rodante, entre otras.

Teniendo en cuenta que cada experiencia es particular y probablemente no será idéntica al caso de Bogotá, cada caso de estudio tendrá un enfoque específico para estudiar uno o varios aspectos de los sistemas de transporte de las ciudades.

### Actividades

Las etapas del proceso de benchmarking se presentan en la siguiente figura:



Figura 12. Etapas del proceso de benchmarking  
Fuente: Elaboración propia

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Para el caso de la experiencia nacional, se propone evaluar, al igual que el componente legal, las siguientes experiencias:

- Primera Línea del Metro de Bogotá (incluyendo su estructuración inicial subterránea y la estructuración que finalmente fue adjudicada)
- Regiotram de Occidente.
- Red Férrea Nacional
- Metro de Medellín.
- Contratos de provisión y operación de TransMilenio

Para las experiencias internacionales, se propone analizar al menos 4 casos de estudio y experiencias adicionales según se requiera para aspectos específicos.

La recolección de información secundaria estará basada en la disponibilidad de información pública y, en los casos que sea necesario o relevante, entrevistas a actores clave.

### 3.5.2.2. Análisis de alternativas del diseño de la transacción

#### 3.5.2.2.1 Definición del esquema de la transacción preliminar

La financiación de proyectos de transporte urbano es un gran desafío para cualquier ciudad. Dados los importantes requerimientos de capital, las limitantes presupuestales y la coyuntura económica, entre otros, resulta importante buscar fuentes de recursos alternativas que puedan apalancar la inversión en proyectos de gran envergadura. Es así, que se debe estructurar el proyecto de tal manera que se obtengan claros beneficios para la sociedad y para el Distrito, pero que al mismo tiempo sea atractivo para potenciales inversionistas y sea bancable.

Para lograr este objetivo, se utilizará la metodología de Design Thinking que consiste en un proceso que facilita la solución de problemas, el diseño y desarrollo de productos o servicios, y, que a través de sus diferentes etapas, empatizar, definir, idear, prototipar y testear las diferentes alternativas de transacción del proyecto permitirá obtener una retroalimentación continua en todas las etapas del proceso por de los diferentes grupos de interés del proyecto.

**Empatizar:** Esta etapa consiste en realizar una comprensión profunda de las necesidades de los actores implicados teniendo en cuenta su entorno.

**Definir:** En esta etapa se busca recopilar información de proyectos similares y de la experiencia de la PLMB con el fin de determinar los factores que aporten valor en el proyecto.

**Idear:** Es la etapa dentro de la metodología donde se deben proponer alternativas innovadoras con las cuales se pueden dar soluciones al problema.

**Prototipar:** Se basa en la creación de prototipos de las ideas, convirtiéndolas en ideas palpables y en posibles soluciones para poder conocer los posiblemente elementos que se deben mejorar o refinar en futuras ocasiones.



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

**Testear:** Durante esta etapa se busca poner a prueba los prototipos de las ideas con los usuarios o personas implicadas en la solución del Proyecto, con el fin de tener una retroalimentación para mejorar las carencias de las soluciones propuestas.

Este enfoque vincula de manera concatenada y cíclica el empatizar con los grupos interesados tales como Gobierno Nacional, Distrito de Bogotá, Empresa Metro de Bogotá, posibles inversionistas y financiadores, entre otros, con el fin de definir colaborativamente soluciones con los actores interesados y expertos relevantes, idear oportunidades de mejora desde el inicio, pilotear alternativas definidas, evaluar permanentemente la eficacia y pertinencia de cada solución; evitar reprocesos en etapas maduras del proyecto y posibilitar el aprendizaje y mejoramiento continuo de las decisiones del Proyecto y sus productos.

Para la identificación y selección de alternativas, se utilizará la metodología del Five Case Model (5CM), especialmente en sus componentes relacionados a la identificación, el filtrado y la definición de alternativas preferidas, específicamente para el proceso de la selección, y finalmente en la escogencia de la mejor opción para la ejecución del Proyecto.

El marco de análisis de alternativas del 5CM identifica y filtra las opciones del esquema de negocio para el alcance operativo del proyecto, las soluciones de servicio, los vehículos de prestación de servicios, los plazos de implementación y el mecanismo de financiación del programa. Para iniciar este análisis se proponen responder las siguientes preguntas:

1. ¿Qué? – Alcance del proyecto

Establecimiento, de manera objetiva y transparente, de los parámetros de actividades y la naturaleza y alcance del proyecto

2. ¿Cómo? – Soluciones al servicio

La ejecución de una estrategia que garantice la continuidad del servicio de la operación del Sistema de Transporte de la Ciudad

3. ¿Quién? - Vehículo para hacer el proyecto

Que vehículo o entidad se encargará del proyecto o de algunas actividades de este.

4. ¿Cuándo? - Implementación

La estructuración debe garantizar la viabilidad de una implementación eficiente articulada con los diferentes actores relevantes del proyecto

5. ¿Quién paga? – Fondeo/Financiación

Fuentes de financiación innovadoras que permitan reducir costos y promover la pluralidad de oferentes

El proceso para la definición de una lista de alternativas hacia una lista corta y posteriormente a la alternativa preferida para la ejecución del proyecto se encuentra descrita en el siguiente diagrama de flujo:

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

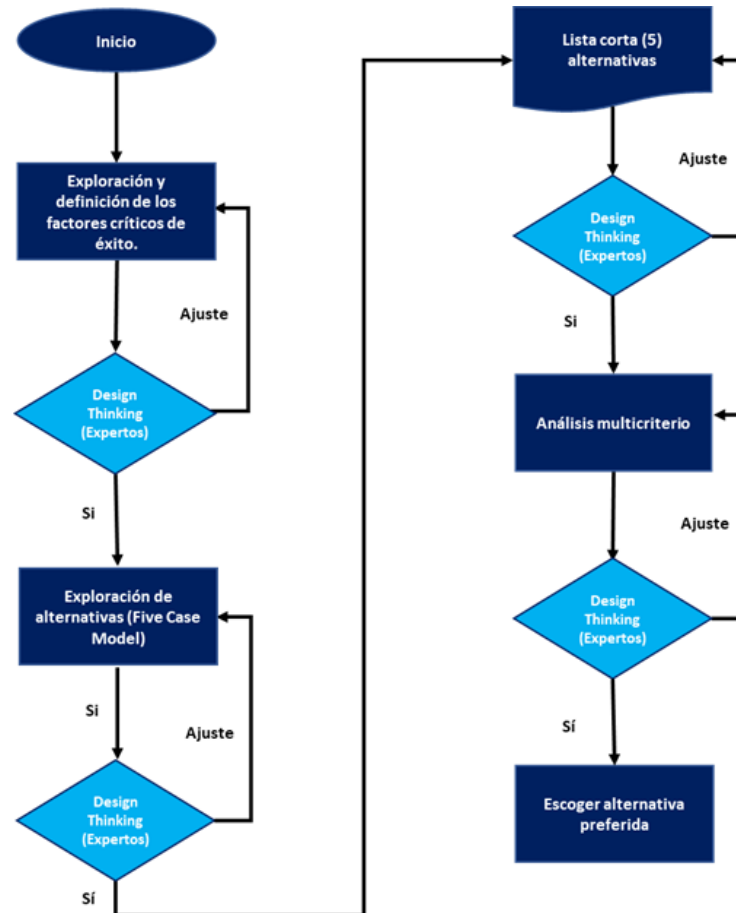


Figura 13. Flujo del proceso de selección de alternativas  
Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta cada una de las actividades que componen las etapas reflejadas en el diagrama de flujo antes expuesto:

#### Exploración y definición de los factores críticos de éxito

- Proposición de posibles factores críticos de éxito (FCE), donde participaran paneles de expertos y la gerencia del proyecto.
- Los FCE para el proyecto deben contemplar un marco evaluativo de manera objetiva para poder evaluar en los pasos siguientes las alternativas propuestas.

#### Exploración de alternativas mediante Five Case Model y revisión periódica a través de Design Thinking

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Definir y resumir cada una de las alternativas sino se implementará el proyecto o la descripción de la situación actual si ya existe una infraestructura o avance del proyecto.
- Marco de análisis de alternativas es un proceso permitirá analizar las alternativas evitando tomar decisiones apresuradas que puedan generar errores en la selección de alternativas.
- El marco de análisis de alternativas comúnmente se realiza mediante un filtro o embudo que tiene cinco categorías son las siguientes: Alcance del proyecto ¿Qué?, Soluciones del servicio ¿Cómo?, Ejecutor ¿Quién? Y fondeo y financiación ¿Quién paga?
- Definir los rangos de alcance de cada una de las alternativas en menos ambiciosa, ambiciosa intermedia y más ambiciosa.
- Calificación y asignación del código de semáforo (rojo, amarillo y verde), donde el rojo es que no cumple con los FCE, el amarillo debe continuar como una posibilidad con algunas prevenciones en la siguiente categoría y verde cumple con los FCE y debe continuar en la siguiente categoría.
- Combinación de las opciones con sus respectivos alcances en cada una de las categorías, generando una matriz de alternativas.
- Creación de un enfoque preferido donde se ubicarán las opciones de cada una de las categorías de color verde (código semáforo) generando una matriz de enfoque preferido para el proyecto.
- Generar una matriz DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas) de cada alternativa para poder evaluar las alternativas. Dentro de las alternativas a realizar se incluyen, entre otros:
  - Construcción por obra pública - operación pública
  - Construcción por concesión - operación pública
  - Construcción por obra pública - operación privada (por separado)
  - Construcción y operación privada (un solo contrato)
  - Construcción por concesión - operación privada (por separado)
- Realizar una matriz resumen que muestre la lista corta de las 5 alternativas identificadas.
- De manera paralela, se retroalimentará mediante el Design Thinking lo que evitará reprocesos en etapas maduras del proyecto y sus productos.

### **Análisis multicriterio**

De las 5 alternativas seleccionadas, la metodología de decisión hará referencia a una técnica de análisis de problemas y toma de decisiones complejas entre alternativas o proyectos heterogéneos, de manera concreta,

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

utilizada para la definición *ex ante* de opciones estratégicas de intervención. El modelo que será aplicado será basado en el proceso cuantitativo de análisis jerárquico de criterios, comprendiendo al menos las siguientes etapas:

*Primera etapa del análisis:*

- Establecer los criterios a evaluar que servirán como base para la toma de decisión y determinar su importancia en el proceso.
- Evaluar los criterios determinados y establecer preferencias entre ellos.
- Realizar la herramienta para determinar las preferencias establecidas que arrojará una prioridad global, la cual permite tomar la decisión final.
- En el desarrollo y definición de los criterios se realizará una comparación por parejas, evaluando de manera exhaustiva la preferencia relativa de cada alternativa respecto a la otra en una escala de 1 a 7 (siendo 1 ausencia de preferencia y 7 máxima preferencia).



Figura 14. Ponderación de los criterios  
Fuente: Elaboración propia.

- La agregación de las preferencias relativas entre categorías y después criterios específicos asigna un valor ponderado de la preferencia de cada alternativa respecto a las otras, para así, asignar un peso sobre 100 a cada categoría y criterio, el cual será después multiplicado por la valoración agregada que se le otorgue a cada modelo de gestión, para finalmente dar un valor ponderado de las preferencias entre modelos de gestión.

*Segunda etapa del análisis:*

- La segunda etapa del análisis asigna las valoraciones cuantitativas en una escala de 1 a 9 (siendo 1 el valor menos preferido y 9 el más preferido) a cada una de las alternativas evaluadas, en cada uno de los criterios específicos. Estas puntuaciones serán realizadas por paneles de expertos y stakeholders con el fin de tener una visión más objetiva en las diferentes áreas. Cada alternativa debe ser calificada individualmente en esta escala. Dicha valoración será después agregada estadísticamente con las preferencias de todos los encuestados y finalmente ponderada con los pesos de la fase anterior.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

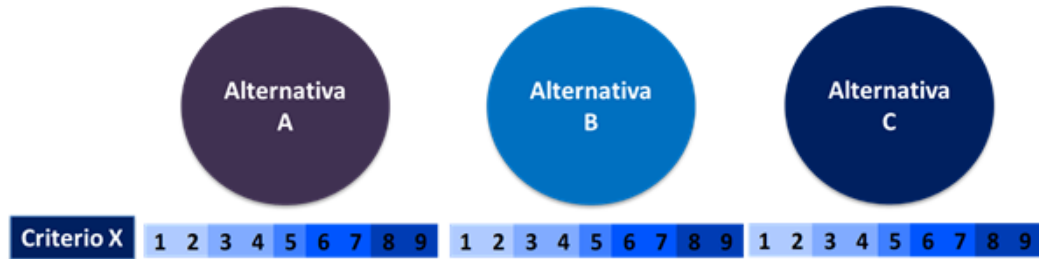


Figura 15. Ponderación de las alternativas  
Fuente: Elaboración propia

- La valoración ponderada de cada criterio será posteriormente sumada dando un puntaje final a cada modelo de gestión y priorizando de acuerdo con las preferencias agregadas asignadas.
- Selección de la alternativa preferida.
- Generación de una serie de procesos con retroalimentación continua al culminar cada una de las fases con el fin de no generar reprocesos en etapas futuras de la evaluación del modelo.

A modo de conclusión, el diseño de la transacción preliminar recomendado por el Asesor será aquel que apruebe la entidad (EMB y el Distrito), por lo que luego de esta etapa se espera una definición de alto nivel por parte de estos actores. Como se mencionó anteriormente, las herramientas para hacer esta selección serán el análisis DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas) y la matriz multicriterio, en donde el Asesor propondrá los criterios que considere más relevantes para el éxito del Proyecto, así como las ponderaciones de los mismos. Esto será puesto a disposición de la EMB y el Distrito, de forma que el resultado de estas herramientas refleje las expectativas, conocimiento y experiencia de cada entidad.

#### 3.5.2.2.2 Confirmación del esquema de la transacción

Una vez definido el esquema de la transacción preliminar, se realizarán sondeos con actores del mercado, con el fin de validar y recibir retroalimentación sobre el esquema propuesto. Para ello, se realizará una hoja de términos o *Term Sheet*, el cual contendrá un esqueleto con el contenido del contrato de diseño de la transacción, incluyendo información preliminar, pero sin limitarse a: fases del contrato, alcance, constitución del patrimonio autónomo (en caso que sea necesario), asignación preliminar de riesgos, mecanismos de cobertura y garantías, rol de la interventoría, asuntos laborales, mecanismos de resolución de controversias, esquemas de remuneración, indicadores, entre otros.

A partir de lo anterior, será posible identificar las falencias, ventajas o desventajas del diseño de la transacción para considerarlos en el diseño de una estructura legal que supere las falencias, evite las desventajas y explote las ventajas identificadas.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Posteriormente, se identificarán (i) las necesidades de aprobaciones gubernamentales para el proyecto, licencias y autorizaciones, así como las eventuales contingencias asociadas al trámite y obtención de las licencias y permisos a que haya lugar en los diferentes niveles, (ii) la participación de los actores públicos y privados en el proyecto junto con los trámites que deban adelantarse ante cada entidad competente, (iii) la capacidad institucional y financiera de la entidad concedente, las limitaciones regulatorias que puedan afectar la participación de potenciales inversionistas en el proyecto y (iv) demás asuntos asociados a la ejecución del mismo tales como la incidencia de contratos existentes o previstos sobre el área del Proyecto, o que de algún modo afecten su ejecución, para lo cual se propondrán alternativas de mitigación.

Finalmente, a partir de todos estos insumos se obtendrá una estructura de la transacción alineada con las expectativas del mercado, y previamente validada por la EMB y Distrito.

### 3.5.2.3. Modelo financiero

El modelo financiero de la estructuración es una herramienta de fácil uso, actualización y modificación que se desarrollará en formato Excel (.xlsx). El modelo financiero partirá de una herramienta de dimensionamiento inicial y se irá robusteciendo, complementando y afinando a medida que se vayan desarrollando cada una de las cuatro fases del Proyecto y vayan llegando actualizaciones e insumos nuevos de carácter técnico y legal.

En primera instancia, esta herramienta de dimensionamiento inicial se creará a partir de la información de la pre factibilidad y los insumos técnicos preliminares (CAPEX y OPEX) provenientes de la ingeniería conceptual. Con esta herramienta inicial se llegará a un acuerdo sobre su función, finalidad, resultados requeridos y entregables. Igualmente, en esta etapa se realizarán análisis de sensibilidad introductorios sobre factores claves y supuestos iniciales.

La herramienta financiera inicial y una primera hipótesis de la estructura de transacción (la cual saldrá de un análisis preliminar de la estructura de transacción) serán insumos para desarrollar las primeras iteraciones de mercado (Diciembre 2021).

A partir de las retroalimentaciones de este primer acercamiento al mercado, el modelo de remuneración proporcionado por EMB, un análisis preliminar del esquema de integración tarifaria y una primera versión de la evaluación cualitativa de riesgos, se tendrá una primera versión del modelo financiero (Febrero 2022) el cual será presentado para obtener el aval técnico y fiscal, y del cual se obtendrán cifras relevantes para la elaboración del CONPES.

Posteriormente, se tendrá una segunda versión del modelo financiero (Mayo 2022), el cual se ajustará a partir de las retroalimentaciones obtenidas en una segunda ronda de reuniones con actores del mercado. Esta segunda versión será dada a conocer a las distintas instituciones (Ministerio de Hacienda y Secretaría de Hacienda) y será la base para la propuesta de convenio de cofinanciación del Proyecto (Julio 2022).

Posteriormente, conforme se finalice el hito 3 -presentación de los productos finales asociados a todas las especificaciones técnicas- se realizará una tercera versión del modelo, en el cual se actualizarán insumos técnicos

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

y módulos correspondientes (variables macroeconómicas, ingresos, CAPEX, OPEX, entre otros). Esta tercera versión pasará a un proceso de auditoría interna (Octubre 2022), donde posteriormente se realizarán los ajustes necesarios y se contará con una versión final del modelo financiero para Diciembre del 2022, fecha en la que empezará el proceso de aprobaciones requeridas de acuerdo con el diseño de la transacción:



Figura 16. Línea de tiempo del modelo financiero  
Fuente: Elaboración propia

Esta herramienta contará con diferentes módulos que serán compatibles con la estructura de la transacción propuesta y la Fase del Proyecto en la que se encuentre la estructuración. Algunos de estos módulos serán: Variables macroeconómicas, CapEx, OpEx, Ingresos, Deuda, Impuestos, entre otros.

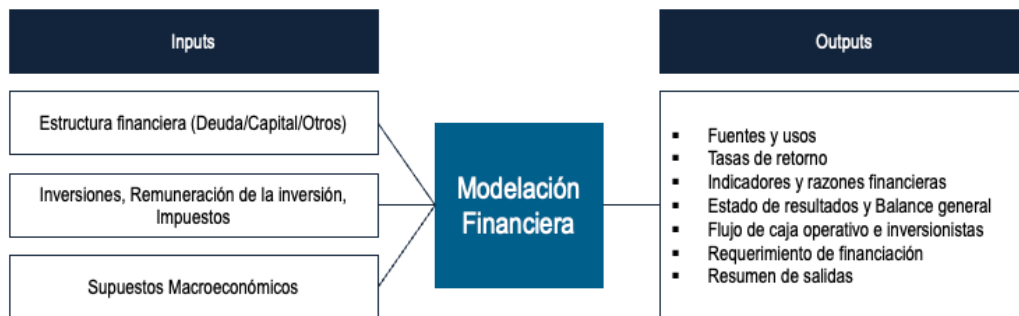


Figura 17. Principales componentes del modelo financiero  
Fuente: Elaboración propia

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Transversal al proceso anteriormente descrito, se realizará una revisión y monitoreo permanente en el desarrollo de la herramienta. Dentro de esta fase se revisarán todos los componentes del modelo (fórmulas, código de macro, funciones personalizadas), con el objetivo de verificar su integridad lógica, mecánica, aritmética, contable y fiscal.

Así mismo, durante esta actividad se socializarán los resultados del modelo y se realizarán capacitaciones al equipo especializado de EMB, a fin de realizar la transferencia de conocimiento sobre el manejo del modelo financiero. Igualmente, se presentará el manual del modelo financiero. Se realizarán específicamente las siguientes actividades:

- Análisis detallado, con respecto a la integridad lógica y la precisión del modelo, la consistencia interna y la precisión aritmética de las fórmulas, enlaces, cálculos y algoritmos aplicados dentro del Modelo, a través de una revisión celda por celda.
- Análisis de las obligaciones tributarias contenidas en el modelo financiero (supuestos), para determinar si las regulaciones tributarias colombianas se han aplicado de manera apropiada.
- Análisis sobre la exactitud de los supuestos y la estructura contable del Modelo Financiero y si son apropiados y materialmente consistentes con las disposiciones de las normas colombianas e internacionales aplicables de información contable y financiera.

Para efectos de la revisión del modelo financiero, KPMG ha desarrollado una herramienta propia para el análisis de modelos financieros (en adelante MRT). MRT es un software que permite obtener una visión de la estructura lógica del modelo y sus interdependencias, con el fin de apoyar la identificación de errores en el modelo de manera eficiente e integral, lo que permite detectar debilidades estructurales.

Dicha herramienta proporciona una gestión sencilla del flujo de proyectos, que es clave para comprender los detalles de cientos o miles de fórmulas únicas. MRT también proporciona:

- Mapa de modelo: le permite obtener una visualización para evaluar rápidamente la estructura y los vínculos del modelo;
- Lista de fórmulas únicas: enumera las fórmulas únicas dentro del modelo, clasificándolas por su precisión, consistencia y eficiencia, y
- Mapa de dependencia: permite visualizar la interdependencia entre las hojas modelo para detectar debilidades estructurales.



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

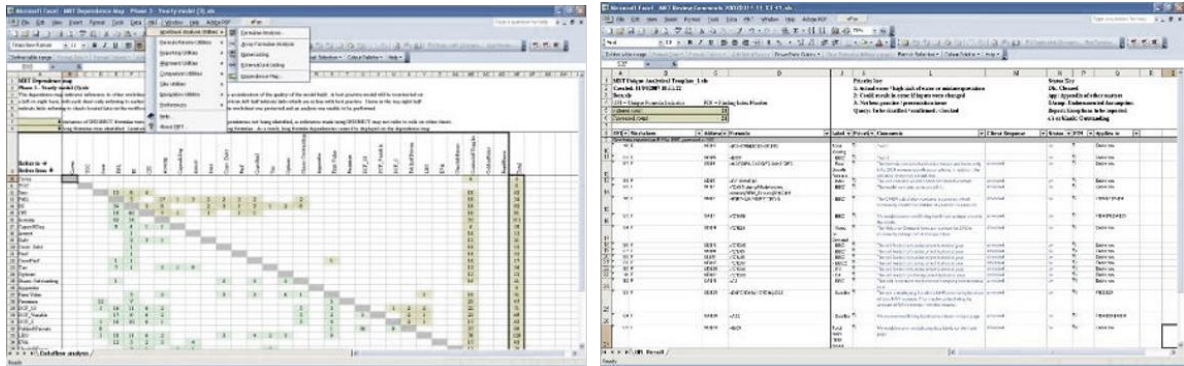


Figura 18. Mapa de dependencias y mapa de fórmulas únicas  
Fuente: Elaboración propia

#### 3.5.2.4. Proyecciones financieras y análisis de escenarios

El modelo financiero permitirá hacer proyecciones de los ingresos, costos y gastos para las etapas del Proyecto. Igualmente, se analizarán las fuentes de financiación adecuadas para cada fase. Junto con estas proyecciones se hará un análisis financiero con indicadores aplicables a este proyecto (análisis de fuentes y usos, flujos de caja, entre otros).

Así mismo, la herramienta permitirá el análisis costo/beneficio del Proyecto y la generación de indicadores de rentabilidad de inversión tales como Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno. De igual manera, el modelo permitirá la cuantificación de la proporción de participación por inversionista en el cierre financiero del Proyecto teniendo en cuenta: Estructura deuda-capital, condiciones de la deuda, variables macroeconómicas, cronograma de inversión y demás variables que puedan afectar la rentabilidad y la bancabilidad del Proyecto.

Estos análisis estarán acompañados de sensibilidades en variables y diferentes escenarios que permitan observar el impacto de estos cambios en las variables *output* del modelo financiero.

#### 3.5.2.5. Análisis de la viabilidad financiera del Proyecto

Durante esta etapa se hará uso del modelo financiero para identificar y cuantificar las fuentes de financiamiento y determinar las estructuras de financiación más eficientes. Con este fin, se realizará un análisis de la regulación y del mercado de la fuente de financiación seleccionada. Así mismo, se revisarán diferentes esquemas fiduciarios para la administración de los recursos del proyecto, se analizarán ventajas y desventajas para cada uno de estos, y finalmente se emitirá una recomendación sobre el esquema fiduciario a emplear.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Posterior al análisis, se emitirá una recomendación de la viabilidad financiera del Proyecto junto con las fuentes y condiciones óptimas para la financiación. Para dar esta recomendación, se diseñará junto con el Asesor de Riesgos un esquema de asignación de riesgos y contingencias para todas las partes involucradas (contratistas, Estado, etc) y se propondrán mecanismos para la mitigación de estos riesgos.

### 3.5.2.6. Implementación de la estructura de la transacción

Se brindará soporte a EMB en la documentación requerida y comunicaciones y solicitudes por parte de las diferentes entidades alrededor del Proyecto, dentro de los procesos de aprobación requeridos para el mismo. La Asesoría cuenta con una extensa relación con las principales entidades involucradas, además del conocimiento del proceso con las mismas durante la experiencia de Línea 1. Se buscaría involucrar a las entidades relevantes de la manera más temprana y eficiente posible para hacer que los procesos y aprobaciones sean mayormente eficientes y expeditos.

Así mismo, se apoyará en el proceso de selección en asuntos como preguntas y respuestas a las observaciones que efectúen los oferentes, se brindará acompañamiento desde el ámbito financiero en la elaboración y las modificaciones que se acuerde realizar a los documentos del proceso de selección, se proyectarán las modificaciones al pliego de condiciones mediante la redacción de las adendas correspondientes, y se le brindará acompañamiento a la entidad contratante en las audiencias que se celebren en el marco del proceso de selección. Adicionalmente, se promocionará el proyecto de la siguiente forma:

Existen dos atributos para un programa internacional de mercadeo exitoso:

- Mercadeo de oportunidad - Diseñado para garantizar que todos los posibles interesados tengan conocimiento sobre la oportunidad existente
- Mercadeo de contenido – Diseñado para informar mejor a los interesados sobre las características del caso de negocio

En nuestro concepto, la transacción que se propone atraerá un interés significativo. Esto será apoyado con el mercadeo de contenido, cuyo objeto es desarrollar y entregar un Caso de Negocio y un *Teaser*, y así mismo, contar con un cuarto de datos acorde a las necesidades de los potenciales inversionistas.

La distribución de la información se organizará apalancándonos con las redes de empresas de las diferentes empresas que conforman la Asesoría, las cuales cuentan con profesionales ubicados estratégicamente en todo el mundo y cuentan con amplia experiencia y conocimiento sobre temas de infraestructura de transporte.

Adicionalmente, la relación de la Asesoría con los potenciales jugadores interesados en todos los ámbitos, permitirá una distribución efectiva de la información a nivel local. El detalle de los pasos a ser desarrollados durante la promoción del Proyecto se describe a continuación:

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

En este módulo se desarrollará el enfoque de mercadeo (de conocimientos y de contenido) que mejor se ajuste a la estrategia definida en la estructuración del Proyecto.

Esta tarea tiene actualmente dos dimensiones – la identificación de potenciales interesados y la comunicación con esas empresas.

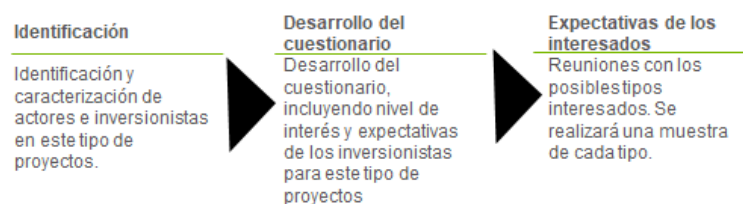


Figura 19. Identificación de potenciales interesados  
Fuente: Elaboración propia

El Proyecto se deberá mercadear a los posibles interesados a través de varias formas de comunicación para cubrir un amplio mercado. De igual forma, se tendrá un concepto claro de posibles interesados, incluyendo Constructores, Operadores e Inversionistas.

### Teaser

El objetivo es mostrar a los inversionistas potenciales el proyecto y sus características, de una forma resumida, visualmente atractiva y de fácil lectura. Para el caso del Proyecto en cuestión, el *Teaser* incluirá inicialmente:

- Una visión general de Colombia: Información macroeconómica general (población, PIB, inflación, entre otros) y otra información relevante del país
- Una visión general del sector de transporte en Colombia
- Un resumen de la oportunidad de negocio, lo que a su vez incluye los siguientes puntos: Objetivos del Proyecto, Puntos clave de la inversión, Resumen de la estructuración financiera (flujos de caja, análisis de sensibilidad, etc.) y próximos pasos a seguir para los inversionistas interesados

Caso de negocio: Para el caso específico de este proyecto, el caso de negocio incluirá inicialmente los siguientes puntos:

- Resumen ejecutivo
- Visión general del país
- Visión general de la infraestructura y del transporte masivo en Colombia
- Oportunidad de negocio
- Información financiera
- Pasos a seguir para inversionistas interesados

## Road Show

Se realizarán visitas de promoción a nivel local e internacional. Las reuniones a nivel local serán coordinadas por la Asesoría, donde todos sus diferentes miembros cuentan con un gran conocimiento de los potenciales interesados. Por otra parte, las reuniones a nivel internacional contarán con el apoyo de las redes internacionales de las diferentes empresas de la Asesoría, para una mayor promoción del Proyecto. Se realizarán reuniones presenciales y/o virtuales con los equipos internacionales y los inversionistas.

### 3.5.2.7. Actualización de la evaluación socioeconómica

Se calcularán los beneficios del Proyecto referentes al ámbito social, como son: Reducción de trasbordos, reducción de tiempos de viaje, reducción de emisiones, reducción de accidentabilidad, ruido, generación de empleo, potencial aumento en el valor del suelo en el área de influencia del corredor, entre otros. En razón de la disponibilidad y calidad de la información existente, se evaluará la pertinencia de incorporar como beneficios algunos de los mencionados anteriormente. Asimismo, el Asesor realizará su mejor esfuerzo para incorporar dentro de la evaluación socio económica otros beneficios que pueda traer el proyecto, en especial aquellos que tengan relación con el potencial desarrollo de la zona de influencia del proyecto, tales como gentrificación, sujeto a la disponibilidad y calidad de la información existente.

Adicionalmente se construirán alternativas de análisis con escenarios de impacto potencial que contemplen la implementación o no del Proyecto. Para el desarrollo de estas actividades se tendrá en cuenta la *“Metodología General para la identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública”* establecida por el Departamento Nacional de Planeación.

La relación beneficio costo corresponde al cociente entre los beneficios y costos del Proyecto, considerando los valores actualizados tanto de los beneficios como de los costos del Proyecto. Valores mayores o iguales a 1 indicarán que el proyecto genera beneficios socioeconómicos por su ejecución, en tanto valores menores a 1 indicarán que el proyecto no es rentable. Este indicador genera una medida de beneficio por unidad de costo.

### Criterios de decisión

- Aceptar el proyecto. ( $VPNF > 1$ ,  $VPNS > 1$ ). Todo proyecto que genere un VPN social positivo y un VPN financiero positivo debe llevarse a cabo, ya que no sólo incrementa el bienestar de la sociedad, sino que además genera fondos suficientes como para hacer rentable una posible participación del sector privado en el mismo o no requerir del Estado desembolsos adicionales.
- Rechazar el proyecto. ( $VPNS < 1$ ). Un proyecto cuyo VPN social sea negativo no debería llevarse a cabo en las condiciones planteadas, ya que la suma actualizada de sus beneficios sociales no resulta suficiente para compensar la suma descontada de sus costos sociales, independientemente del signo del VPN financiero.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- Aceptar o rechazar en función de la existencia de restricciones presupuestarias ( $VPNS > 1$ ,  $VPNF < 1$ ). Cuando un proyecto es socialmente deseable (VPN social positivo) pero no genera fondos suficientes para atraer al sector privado (VPN financiero negativo) la sociedad debe llevarlo a cabo sólo si no existen restricciones presupuestarias relevantes por parte del gobierno. En el caso de que existieran tales restricciones, la sociedad podría tener que rechazar este tipo de proyectos.

Cuando la decisión que se plantea consiste en elegir entre distintos proyectos, los criterios a utilizar deben basarse en los principios anteriores. La sociedad debe priorizar los proyectos con mayores valores de VPN social y siempre retrasar o rechazar aquéllos cuya contribución al bienestar social sea menor, teniendo en cuenta en todo caso la existencia o no de restricciones presupuestarias.

A continuación se sintetizan los criterios de selección:

Tabla 19. Criterios de selección, evaluación socioeconómica

		VPN SOCIAL	
		Positivo	Negativo
VPN FINANCIERO	Positivo	Realizar el proyecto	Reformular el proyecto
	Negativo	1. Sin restricciones presupuestarias: Realizar el proyecto.  2. Con restricciones presupuestarias: redefinir variables y recalcular VPN	

En este sentido, se analizan las alternativas consideradas para el proyecto y con base en la selección realizada, se estudia, técnica y económicamente la alternativa propuesta por la presente Asesoría y se determinan los costos y beneficios del Proyecto a partir de los diseños y costos específicos, mediante la simulación de la construcción, operación y mantenimiento del mismo durante su vida útil.

Mediante la simulación se obtienen los flujos de costos y beneficios del Proyecto, los indicadores económicos y los impactos que se produce en la sociedad. De esta forma, una vez realizada la evaluación socioeconómica del Proyecto, la entidad contratante contará con las herramientas suficientes para demostrar la viabilidad no solo financiera del mismo, sino también los beneficios sociales que genera para la comunidad.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

### 3.5.2.8. Elaboración de los documentos necesarios para la contratación del Proyecto

Con el propósito de la elaboración de los documentos precontractuales y contractuales, desde el ámbito financiero se participará en su creación y se acompañará a EMB en el adelantamiento de los procesos de selección del Contrato Principal, la interventoría, el PMO y la auscultación.

Se identificarán los requisitos financieros aplicables para la elaboración de los pliegos de condiciones de los contratos del Proyecto. Igualmente, se propondrán los requisitos de experiencia y capacidad financiera que deberán cumplir los futuros oferentes en los procesos de selección de los contratistas.

Por último, se desarrollarán en conjunto con los asesores técnico y legal las fórmulas de retribución y las fórmulas de terminación de los diferentes contratos. En esta instancia también se diseñará la estructura de pagos a los contratistas.

### 3.5.2.9. Procesos de selección, firma de los contratos y suscripción de las actas de inicio

Se apoyarán los procesos licitatorios que se abran por parte de la entidad contratante donde se elaborarán respuestas a las inquietudes en relación con el alcance y comprensión de los documentos producto de la estructuración.

De igual forma, se acompañará a EMB para el efecto de audiencias y todo tipo de reuniones. En caso de que como resultado de estas reuniones se deba cambiar el alcance de los pliegos, se modificarán teniendo en cuenta los argumentos de las partes.

Se acompañará a EMB en la firma y legalización de los contratos que resulten de los procesos de selección que se lleven a cabo para materializar el Proyecto.

### 3.5.3. Componente legal

A continuación se presenta una identificación inicial de los actores involucrados en el Proyecto, incluyendo EMB, las entidades a nivel distrital y nacional con injerencia directa e indirecta en el mismo, los distintos agentes que componen el mercado financiero y de valores y, en general, todos los sujetos directa o indirectamente interesados en la transacción del Proyecto. Con posterioridad a la identificación, y con el fin de implementar los instrumentos que faciliten el diálogo colaborativo e interdisciplinario con todos los actores interesados en algunos de los casos, se identificará la necesidad de desarrollar fórmulas que permitan la fluida comunicación entre los actores que de manera constante han de interactuar como parte del desarrollo del Proyecto, y en otros casos se identificará la necesidad de desarrollar una estrategia de comunicación distinta.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Adicionalmente, se señalará la metodología que aplicará la Asesoría para asegurar que los entregables y documentos legales que desarrollará con ocasión del Contrato serán preparados en cumplimiento de los plazos preestablecidos y elaborados con excepcional calidad, idoneidad, pertinencia y coherencia.

Teniendo en cuenta la envergadura y complejidad del Proyecto, hemos identificado los siguientes retos que serán abordados durante la estructuración legal:

- **Visión con enfoque en la financiación:** La elaboración de los diferentes documentos que forman parte de la estructuración se realizará siempre teniendo en cuenta un enfoque dirigido a aquellos aspectos que puedan favorecer la financiación del Proyecto (tanto la financiación de la entidad concedente como la del inversionista que desarrolla el Proyecto).
- **Distribución de riesgos:** La adecuada asignación de riesgos entre las partes contratantes es un aspecto determinante para la viabilidad de cualquier contrato, sea este uno con financiación pública o de asociación público privada. Será parte esencial de la Asesoría la identificación y racional asignación de los riesgos que afectan el Proyecto a la parte que se encuentre en mejores condiciones de manejarlos. A lo anterior deberán sumarse tanto los elementos necesarios para la mitigación de los riesgos, como los mecanismos que garanticen la disponibilidad razonable de recursos para atender los efectos de la ocurrencia de los mismos.

Como en todos los proyectos de infraestructura, la asignación eficiente de riesgos supone un aspecto clave y fundamental en la estructuración de un proyecto y el éxito en su ejecución. Considerando lo anterior, la Asesoría propende por aportar toda su experiencia en la definición de riesgos de otros proyectos de infraestructura de similar envergadura (tanto nacional como internacional) para lograr la mayor eficiencia en la asignación de riesgos. De igual forma, se hace clave para la estructuración la identificación de los riesgos más estratégicos para el desarrollo del proyecto dadas sus características, como por ejemplo, el riesgo predial, social, de protección y/o traslado de redes, ambiental, geológico, arqueológico, etc.

- **Visión con enfoque en precedentes nacionales:** La Asesoría partirá de la recolección y estudio detallado de los precedentes locales más relevantes. No solo en cuanto a proyectos similares a la L2MB, como puede ser la PLMB y los anteriores estudios de un metro subterráneo en Bogotá D.C.; sino otros proyectos que por su afinidad y/o por sus características puedan aportar elementos de *Knowledge Management* que deban ser tenidos en cuenta para la estructuración de la L2MB. Lo anterior incluye proyectos que hayan involucrado la construcción de túneles (ej. dentro de los proyectos 3G, 4G y 5G), las estructuraciones para concesiones de sistemas de transporte masivo (TransMilenio, etc.), el Metro de Medellín, entre otras.
- **Visión internacional:** En complemento de lo anterior, también se hace necesario aprovechar el acceso de los integrantes de la Asesoría al mercado internacional para aprender de las experiencias llevadas a cabo en otras jurisdicciones, tales como la ampliación de la línea 8 del T4 Aeropuerto de Barajas en España y el funcionamiento del Metro de Londres, entre otras. Así mismo, a través de las redes con las que cuentan BU y Garrigues, se traerán experiencias de otros continentes que puedan ser relevantes para la estructuración de este proyecto (ej. principalmente Europa y Asia).
- **Definición pronta del marco legal aplicable:** Hace parte del enfoque de la estructuración legal la definición temprana, ágil y eficiente del marco legal aplicable al proceso de selección y al contrato (considerando las

características particulares del Proyecto); lo anterior para efectos de buscar conseguir una mayor eficiencia en los tiempos del Proyecto y su estructuración, logrando así que los diferentes aportes de los diferentes equipos sirvan para la definición del marco aplicable más conveniente, considerando las ventajas y bondades de cada uno.

Los antecedentes de la estructuración de grandes proyectos de infraestructura han demostrado la necesidad de escoger entre un abanico de posibilidades en cuanto a las leyes aplicables tanto al proceso de selección como a los contratos en sí. Así, los procesos de selección pueden ser regidos por las reglas tradicionales del estatuto de contratación pública (Ley 80 de 1993, Ley 1150 de 2007, entre otras), pero también pueden regirse por normas de organismos multilaterales cuando estos financian más del 50% del proyecto, en virtud del artículo 20 de la Ley 1150 de 2007; e incluso podría someterse a algunas disposiciones especiales aplicables únicamente a los proyectos de asociación público-privada de la Ley 1508 de 2012.

De igual forma, el contrato en virtud del cual se ejecute la L2MB también puede presentar diversas alternativas de regímenes jurídicos que le resulten aplicables, dependiendo de las características contractuales bajo las cuales se ejecute el mismo; por ejemplo, si el contrato será considerado como una concesión tradicional bajo el artículo 32 de la Ley 80 de 1993 o como una APP bajo la Ley 1508 de 2012.

Así entonces, la eficiente definición del régimen jurídico aplicable en una etapa temprana de la estructuración brindará claridad sobre la hoja de ruta a seguir y permitirá afrontar de mejor manera los retos de la estructuración y atraer a los potenciales inversionistas.

- **Definición del modelo de operación y desarrollo de su estructura:** La operación de sistemas de transporte masivo dentro de centros urbanos puede enmarcarse dentro de diferentes esquemas, desde empresas públicas que se encargan en su totalidad de la provisión del servicio hasta modelos de mercados regulados en los que el Estado interviene en el mercado por vía indirecta (normativa o sancionatoria) mas no como prestador. Las diferentes combinaciones posibles tienen ventajas y desventajas que serán analizadas cuidadosamente para buscar la alternativa óptima para el contexto del proyecto. Este análisis deberá tener en cuenta particularmente el riesgo de interfaz entre los diferentes actores que desarrollan el proyecto, especialmente en aquellos modelos en los que diferentes contratistas privados asumen independientemente una parte del proyecto (por ejemplo, el modelo de construcción y operación privada consolidada o segregada).
- **Revisión sobre temas de interfase:** De igual forma, para propender por una estructuración exitosa, será necesario revisar uno de los aspectos más relevantes para la L2MB y que más podría llamar la atención de los inversionistas como es la interfase entre este proyecto y la PLMB. En particular, desde el punto de vista legal, se hace necesario revisar las posibles interfases que puedan presentarse a nivel contractual, para lo cual será de especial ayuda la experiencia que el equipo legal de la Asesoría tiene en la PLMB.
- **Coordinación transversal:** De manera transversal, uno de los enfoques para la estructuración legal se traduce en la interacción proactiva y la coordinación permanente con los demás equipos de la Asesoría que se encargarán de la estructuración técnica y financiera (incluyendo los temas de riesgos). Lo anterior con el objetivo de que la toma de decisiones en el aspecto jurídico del Proyecto no sea sino el resultado de una coordinación multidisciplinaria y que propenda por obtener los mejores resultados para los tres componentes de la estructuración.



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

- **Operatividad del contrato:** Igualmente, la estructuración legal tendrá un enfoque particular en el funcionamiento del contrato, en la distribución eficiente de recursos y en la definición clara y detallada del flujo de recursos hacia los inversionistas. Lo anterior no solo permitirá la estructuración exitosa del Proyecto, sino que además logrará la atracción de inversionistas al proyecto.
- **Enfoque en el mercado:** Por último, con base en las experiencias pasadas, se hace necesario que la estructuración legal se desarrolle con un enfoque en el mercado; es decir que la confección de los pliegos de condiciones y del contrato se realice teniendo en cuenta el objetivo primordial de atraer a la mayor cantidad de inversionistas, proponentes, financiadores, compañías de seguros y otros interesados al proyecto, en aras de promover una participación plural, variada y competitiva. Lo anterior incluye una interacción constante, fluida y provechosa con los interesados que permita enriquecer la estructuración legal en sus diferentes etapas.

Por otra parte, al interior de la Asesoría se propenderá por una coordinación directa entre los diferentes componentes de la estructuración integral del Proyecto. Para ello, se ha diseñado un esquema de libre comunicación entre el componente legal y los componentes financiero y técnico, para garantizar la total sincronía entre las actividades que se desarrollen en el proceso de estructuración.

Concretamente, el equipo encargado del componente legal, además de los objetivos y actividades antes señalados, realizará las siguientes actividades como apoyo transversal en el cumplimiento de los objetivos y actividades de los demás componentes del Proyecto, aclarándose que la transversalidad será aplicable en todos los entregables, actividades y fases en que sea necesaria la participación del componente legal:

Tabla 20. Componente legal - Actividades de apoyo transversal a los demás componentes del Proyecto

No.	Actividad	Tarea Asociada
1	Análisis de 5 esquemas de transacción	Revisión de viabilidad desde el punto de vista jurídico de los 5 esquemas alternativos para la transacción
2	Esquema de integración tarifaria	Recopilación de información y análisis sobre el modelo de integración tarifaria en el sistema integrado de transporte masivo de Bogotá D.C.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

3	Conceptos tributarios aplicables al proyecto	Revisión general de los diferentes tributos e impuestos aplicables al proyecto para compartir con el componente financiero
---	--	--

#### 3.5.4. Componente gestión de riesgos

La naturaleza de los proyectos férreos conlleva, en general, a que aspectos tales como su tamaño, alcance, duración, ubicación, interrelación de agentes internos y externos, tecnología por utilizar, capacidad de financiación, condiciones del mercado, pluralidad de oferentes, complejidad del mecanismo de contratación, y rigidez y cláusulas especificadas en cada proceso contractual, entre otros, contribuyan al nivel de riesgo de los proyectos.

Para manejar este espectro tan amplio de variables se establece una metodología que contempla los lineamientos de la Ley 448 de 1998, la normativa y documentos de política colombiana, experiencias internacionales de proyectos férreos, prácticas internacionales relacionadas con la gestión de riesgos como son ISO 31000:2018 – Gestión del Riesgo, Directrices y la Guía PMBook del Project Management Institute (PMI) entre otros.

Para el efecto, se sigue una serie de pasos lógicos que permiten identificar los tipos de riesgos y sus efectos en proyectos de infraestructura de esta envergadura, en la cual se señala que para desarrollar una estrategia de gestión de riesgos adecuada se deben abarcar varias etapas: identificación, evaluación, valoración, asignación y mitigación.

Esta estrategia permitirá determinar entre otros aspectos, por cuáles obligaciones contingentes el Distrito deberá generar aportes al Fondo de Contingencias de las Entidades Estatales; EMB contará con una estrategia de manejo de riesgos en general y la generación de un programa de seguros y garantías de acuerdo con las condiciones del mercado.

Tabla 21. Etapas del proceso de gestión de riesgos

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

1. Identificación – Preasignación	2. Evaluación – cualitativa	3. Valoración - cuantitativa	4. Asignación definitiva	5. Mitigación
<p>Se deben identificar aquellas variables que afectan significativamente los ingresos y costos del Proyecto y se efectúa una identificación y asignación de los riesgos.</p> <p>Adicionalmente se identifican aquellos riesgos del proceso precontractual y postcontractual que asumirá la Empresa Metro</p> <p>Se efectúa una clasificación de aquellos riesgos asegurables y/o cubiertos por el régimen de garantías.</p>	<p>Se debe valorar cualitativamente i) la probabilidad y ii) el nivel de impacto.</p>	<p>Aquellos riesgos asignados a la Entidad Pública y que deban generar aportes al Fondo de Contingencias de las Entidades Estatales o fondos que constituyan las entidades territoriales.</p> <p>Valoración cuantitativa de los riesgos asegurables más importantes.</p>	<p>Se establece la asignación definitiva de los riesgos de acuerdo con la capacidad de cada una de las partes para gestionarlo, controlarlo, administrarlo y mitigarlo y su coste eficiencia.</p>	<p>Se establecerán los mecanismos para la mitigación de los riesgos.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en el documento CONPES 3714 de 2011

En general, el análisis de riesgos variará en función de la naturaleza de la L2MB, activos y servicios involucrados. No obstante, para recopilar las experiencias internacionales y nacionales el equipo asesor ya adelantó las siguientes actividades previas.

Como primer paso, se llevó a cabo una revisión de las mejores prácticas internacionales en identificación y asignación de riesgos de proyectos férreos, la cual se efectuó a través de fuentes indirectas y directas de investigación, dentro de las primeras se encuentran publicaciones de entidades internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Global Infrastructure Hub, el Foro Económico Mundial, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y como fuentes directas las experiencias de revisión propia de 11 proyectos férreos.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

No obstante, aún cuando se cuenta con la experiencia internacional donde se considerarán sistemas ferreos subterráneos similares a la L2MB, se considera de importancia tener presente la experiencia en riesgos de los últimos proyectos férreos adjudicados en Colombia; estos proyectos recogen, entre otros aspectos, prácticas internacionales en asignación de riesgos y constituyen un punto de referencia importante bajo el marco regulatorio colombiano y coyuntura actual del mercado. Estos proyectos son la PLMB, el Regiotram de Occidente y el Metro de Medellín.

Para el propósito de análisis de riesgos se tendrá presente, adicionalmente, lo establecido en el documento CONPES 3961 de 2019 *“Lineamientos de política de riesgo contractual del estado para proyectos de sistemas férreos de pasajeros cofinanciados por la Nación”*. Aunque este Conpes en general contempla varios escenarios en el proceso de asignación de riesgos, no elimina la posibilidad de encontrarse para la L2MB riesgos que no se ajusten a esta política de riesgos contractual. Por lo tanto, se debe tener en consideración el documento Conpes sobre política de riesgos en general para proyectos de infraestructura en desarrollo por parte del DNP y en caso de requerirse, solicitar la inclusión de la asignación de los riesgos identificados bajo las justificaciones que correspondan en virtud de las características propias de la L2MB o en su defecto, la expedición de un documento CONPES específico para el Proyecto.

Los riesgos que se identificarán en la matriz de riesgos bajo la Ley 448 de 1998, de acuerdo con los lineamientos de política, corresponden a aquellos que deben ser asignados en el contrato de concesión entre la Entidad Pública y el Inversionista Privado. Lo anterior no desconoce, como lo establece el documento CONPES 3714 *“Del riesgo previsible en el marco de la política de contratación pública”*, la existencia de otros riesgos en los procesos contractuales generados por prácticas inadecuadas o riesgos imprevisibles. Por ejemplo, para el caso específico de proyectos férreos, podrían constituirse en el riesgo de administración del proyecto (personal calificado), riesgo institucional (capacidad y coordinación institucional para la implementación de proyectos de esta magnitud), riesgos precontractuales (selección y preparación del proyecto, demoras en la adjudicación del contrato, insuficiente competencia de mercado) entre otros que pondrían en riesgo el desarrollo adecuado de los proyectos, y en algunos casos como menciona al Banco Asiático de Desarrollo (ADB et al. 2016), estos riesgos podrían llevar a un riesgo reputacional, baja calidad en el servicio y su gestión requiere inclusive de un sistema de comunicación y manejo de la percepción del público.

En el marco de la revisión de las experiencias internacionales se evidenciaron otros riesgos en los proyectos férreos los cuales aun cuando no formen parte de un proceso de asignación en la matriz de riesgos del contrato se deberán identificar, dado que presentan eventos que han ocurrido en proyectos internacionales y que pueden llegar a ser aplicables para los proyectos estructurados en Colombia.

Adicionalmente, con el subcontratista especializado en seguros y reaseguros se complementará el análisis con la identificación de riesgos en general basado en las guía PMI y estándares ISO 31000:2018, se determinará el tratamiento de los riesgos asegurables y no asegurables efectuando el cálculo de la pérdida máxima probable, para determinar el nivel de transferencias al mercado asegurador efectuando el enlace con los aseguradores y reaseguradores y verificación de la capacidad del mercado para absorber el riesgo como se observa en la siguiente gráfica.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_V0 (Vol. 1 de 5)



Figura 20. Gestión riesgos del proyecto  
Fuente: Elaboración propia

Para los riesgos asignados a la entidad estatal o compartidos por ésta, que se encuentren clasificados dentro del área valorable, se deberá: i) presentar la valoración cuantitativa del mismo, utilizando las nuevas metodologías aprobadas por el MHCP a finales del 2019 y ii) proponer un Plan de Aportes destinado al Fondo de Contingencias de las Entidades Estatales (FCEE) con su respectivo cronograma de desembolsos. Lo anterior, teniendo presente el Decreto Distrital 348 de 2019 que establece la emisión del concepto de la Secretaría Distrital de Hacienda sobre la compatibilidad de las obligaciones contingentes con el Marco Fiscal de Mediano Plazo y la autorización del CONFIS Distrital para pactar dichas obligaciones en caso que no se presente dicha compatibilidad.

Para los riesgos que no se encuentran dentro de la metodología de valoración del MHCP como los eventos asegurables se tendrá en cuenta valoraciones propias del mercado como la generación de eventos estocásticos que representan los posibles escenarios de riesgo sísmico, la valoración de la vulnerabilidad de las estructuras más importantes y la valoración de escenarios catastróficos para terremoto. Así mismo, se determinará cuáles riesgos podrían ser objeto de transferencia y cuáles no, analizar el marco de las pólizas de seguro adecuadas para el proyecto y protección de los intereses del mismo y que cumplan con las mejores prácticas del mercado nacional e internacional de proyectos metro ferroviarios.

Si bien la gestión de riesgos no es infalible, nuestro propósito durante el acompañamiento es generar una construcción colectiva de ese entendimiento, que permitirá a los tomadores de decisiones tener la información para ejercer su función evitando tener la mayor cantidad de exposiciones sin prever.

Finalmente, como parte del proceso de gestión de riesgo y del programa de seguro y garantías acordes con el mercado, se desarrollarán los mecanismos de mitigación y cuantificación de los riesgos, entregando las correspondientes matrices de riesgos, documentos soporte necesarios y productos requeridos en la Asesoría. Para

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

el efecto, de conformidad con lo indicado en el Anexo 2 del Contrato, el Plan de Trabajo del Componente de Riesgos se abordará en el Entregable 1A.

## 4. ESQUEMA DE GOBIERNO DEL PROYECTO

### 4.1. ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO

Se ha reunido un equipo de Proyecto donde cada miembro ha sido elegido de acuerdo con sus fortalezas y experiencias individuales, así como con su capacidad probada para trabajar en un equipo multidisciplinario y alcanzar los objetivos comunes. La presente Asesoría se abordará con un alto grado de iniciativa y flexibilidad.

Además de los equipos de Dirección y de Coordinación, se identificaron especialistas de alto nivel con las mejores experiencias y cualificaciones para desarrollar satisfactoriamente el servicio en las distintas disciplinas.

Los Directores y Coordinadores se apoyarán en los Especialistas de cada disciplina, que la Asesoría ya identificó y movilizó para poder arrancar con los servicios desde el día 1.

Los Especialistas contarán con el soporte y el compromiso total de sus empresas para que profesionales adicionales se movilicen cuando sea necesario.

Nuestro objetivo es disponer de una organización que nos permita:

- Ser proactivos en el manejo de las principales problemáticas de los proyectos de transporte;
- Mejorar la coordinación con las diversas partes interesadas;
- Suministrar personal de alto nivel en Bogotá, París, Sao Paulo y Santiago de Chile para gestionar los equipos e interactuar con todas las disciplinas;
- Desarrollar procesos rápidos de producción, entrega y toma de decisiones;
- Mantener un diálogo continuo con las partes interesadas.

Nuestro despliegue de personal ha sido optimizado para proporcionar los máximos beneficios, gracias a la sinergia que se puede lograr a través de la Asesoría. Nuestro personal estará organizado en las siguientes ocho unidades operacionales:

- Unidad de Dirección Técnica
- Unidad de Trabajos de Campo
- Unidad de Diseño de Infraestructura
- Unidad de Diseño de Sistemas Ferroviarios
- Unidad de Arquitectura (particularmente viaducto y estaciones)
- Unidad de Gestión de Riesgos
- Unidad de Dirección Legal
- Unidad de Dirección Financiera

Para cada una de las unidades se ha identificado un Especialista encargado de coordinar las actividades de su disciplina. Dichos Especialistas reportarán a los Directores a través de los respectivos Coordinadores y contarán con el apoyo de profesionales en todos los dominios requeridos, de forma que se posibilite la entrega oportuna de los productos especificados que cubren el alcance de los servicios.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ,  
INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-  
0001\_V0 (Vol. 1 de 5)

Para asegurar que el Proyecto se ejecute de manera profesional y adecuada, se han establecido rutas claras y simples de comunicaciones entre las partes interesadas y se usará una matriz de asignación de responsabilidades de tipo RACI, ampliamente utilizada para determinar la asignación de responsabilidades entre disciplinas y posiciones, y para el entendimiento completo de todas las partes implicadas.

Las dos figuras mostradas a continuación presentan la integración de FDN como contratista del Proyecto y la subordinación del personal de la Asesoría como subcontratista del anterior.

#### **4.1.1. Organigrama del equipo de trabajo**

Véase página siguiente.



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF (Vol. 1 de 5)

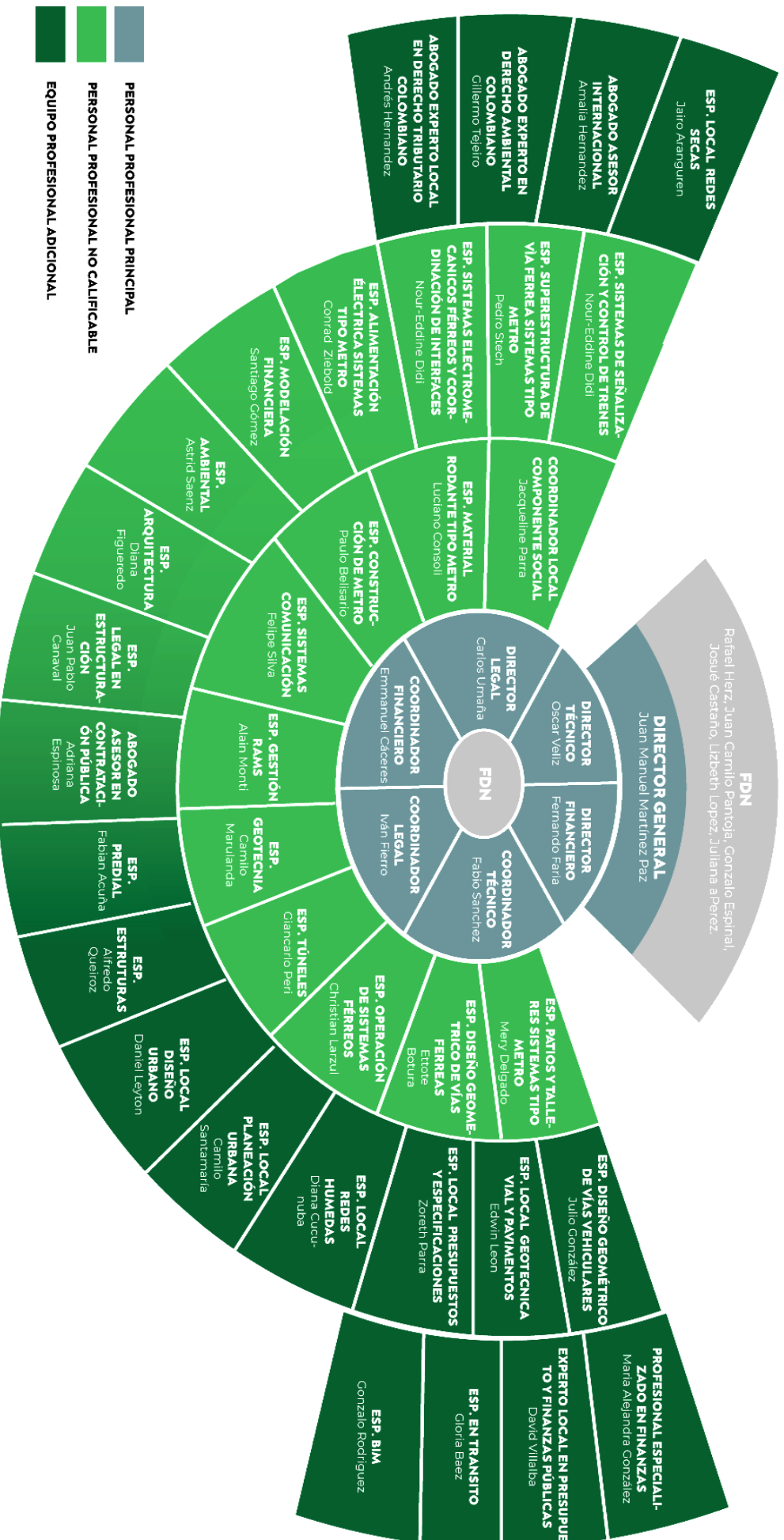


Figura 21. Organigramma del equipo de trabajo

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF (Vol: 1 de 5)

Fuente: Elaboración propia

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF (Vol. 1 de 5)

#### 4.1.2. Roles y niveles de autoridad

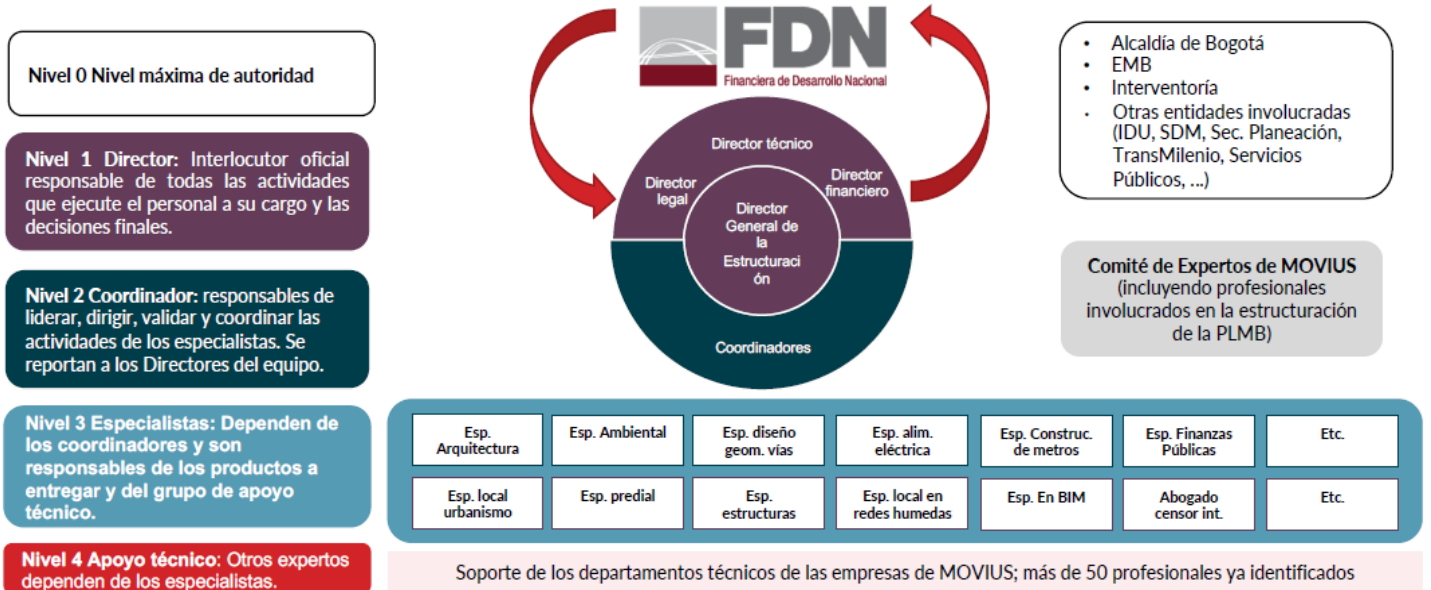


Figura 22. Funcionamiento y comunicaciones dentro y fuera de la Asesoría  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3. Funcionamiento general - Cargos y responsabilidades

El primer nivel de responsabilidad corresponderá al equipo directivo de FDN en cabeza de la Vicepresidencia de Estructuración. Sus profesionales se muestran a continuación.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF (Vol. 1 de 5)



Figura 23. Núcleo directivo FDN del Proyecto  
Fuente: Elaboración propia

El equipo de trabajo funcionará mediante la conformación de un núcleo de dirección de proyecto compuesto, además de FDN, por el Director General de Estructuración, el Director Técnico, el Director Financiero, el Director Legal y los tres coordinadores respectivos de la Asesoría, tal como se ilustra a continuación.

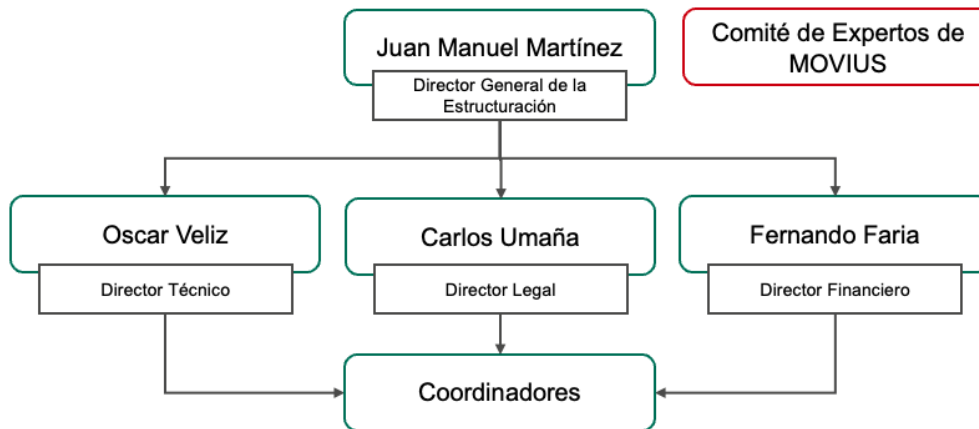


Figura 24. Núcleo directivo del Proyecto - Asesoría  
Fuente: Elaboración propia

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

Si bien el Director General de la Estructuración será el interlocutor principal de la Asesoría, contará con el apoyo permanente de los tres directores de componente. Se precisa entonces que los cuatro directores serán interlocutores durante la prestación de los servicios.

Los directores asegurarán el pilotaje de los servicios de Asesoría, mantendrán el contacto con EMB y las demás autoridades, y proveerán las líneas directrices al equipo de coordinadores y al equipo de producción (especialistas, expertos, plantilla de soporte).

El núcleo de Dirección del Proyecto contará además con un Comité de Expertos compuesto por profesionales de alto nivel de las distintas empresas, que estará conformado, entre otros, por profesionales que estuvieron involucrados en la estructuración de la PLMB. Este Comité de Expertos tendrá como principal responsabilidad cuestionar los condicionantes de la Asesoría en sus etapas claves, de tal manera que se pueda maximizar el involucramiento de las empresas en el proceso de estructuración.

El Comité de Expertos de la Asesoría se compone de los siguientes profesionales: Juan Manuel Martínez, Hervé Laurain, Pascal Kerhoas, Carlos Umaña, Fernando Faria, Camilo Marulanda y Andrés Marulanda. Este comité, a través de reuniones internas de la Asesoría, e individualmente con su respectiva empresa, se encargará de asesorar a los directores en la toma de decisiones e incluir las lecciones aprendidas en la PLMB.

Tabla 22. Comité de Expertos - U.T. MOVIUS

Cargo	Nombre	Responsabilidad	Principales calificaciones
Director General de la Estructuración	Juan Manuel Martínez	<p>Dirigir la estructuración coordinando las áreas técnica, legal, financiera y de riesgos, así como a todos los profesionales que componen cada una de estas.</p> <p>Interacción con el equipo que sea designado por parte de la Financiera de Desarrollo Nacional, así como de la Empresa Metro de Bogotá, y con las demás entidades que tengan injerencia en el proyecto (i.e. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Secretaría Distrital de Hacienda, Ministerio de Transporte, Departamento Nacional de Planeación).</p> <p>Realizar la revisión de todos los conceptos, modelos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato.</p>	<p>Socio Director de Bonus Banca de Inversión con más de dieciocho años de experiencia con COP 1,1 Bn en cierres financieros exitosos y COP 55 Mn en estructuraciones. Se desempeñó como director de proyectos como Titularización Patio 80, Plan 21 Megaobras 2008-2011 Santiago de Cali, Navegabilidad Río Magdalena, Autopistas para la Prosperidad, APP GICA, Corredor Neiva-Espinal-Girardot, Corredor Popayán-Santander de Quilichao, Corredor Buga-Buenaventura, entre otros.</p> <p>Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca con especialización en Finanzas de la Universidad de Los Andes de Bogotá.</p>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

<p>Director de Hispanoamérica</p>	<p>Hervé Laurain</p>	<p>Asesorar el equipo de especialistas de la estructuración técnica en aspectos críticos del proyecto, aportando el retorno de su experiencia del contrato de Línea 1 del Metro de Bogotá, así como en numerosos proyectos de metro pesado a nivel mundial.</p>	<p>Director de la región Hispanoamérica del Grupo SYSTRA, desempeñando sus actividades en la empresa desde 2015.</p> <p>Ingeniero civil con más de 25 años de experiencia en desarrollo y gestión de proyectos de metro pesado a nivel mundial.</p> <p>Cuenta con amplios conocimientos en el desarrollo e implantación de proyectos de líneas totalmente automatizadas (GoA 4 - UTO) debido a su experiencia en los proyectos de las Líneas 3, 6 y 7 del Metro de Santiago, la Línea 1 del metro de Bogotá, la automatización de la Línea D de Buenos Aires, el Metro de Lille y el Metro de Kochi.</p>
<p>Director de Proyectos</p>	<p>Pascal Kerohas</p>	<p>Asesorar el equipo de especialistas de la estructuración técnica en aspectos críticos del Proyecto, aportando el retorno de su experiencia del proyecto de estructuración de Línea 1 del Metro de Bogotá, así como en numerosos proyectos de metro pesado a nivel mundial.</p>	<p>Director de proyectos del Grupo SYSTRA, donde ha desempeñado sus actividades de gestión por los últimos 30 años.</p> <p>Ingeniero generalista con más de 40 años de experiencia en el desarrollo de proyectos de infraestructura de transporte, incluyendo sistemas urbanos tipo metro pesado.</p> <p>Cuenta con amplios conocimientos del contexto local debido a diversos proyectos en los que gestionó, incluyendo la Estructuración Técnica de la Primera Línea de Metro de Bogotá.</p>
<p>Director Legal</p>	<p>Carlos Umaña</p>	<p>Dirigir las actividades jurídicas de la Asesoría que participará en la estructuración legal del Proyecto. Velar por la coordinación del trabajo de los miembros del equipo legal y de éstos con las demás áreas de la estructuración.</p> <p>Interacción con el equipo que sea designado por parte de la Financiera de Desarrollo Nacional, así como de la Empresa Metro de Bogotá, y con las demás entidades que tengan injerencia en el proyecto (i.e. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Secretaría Distrital de Hacienda, Ministerio de Transporte,</p>	<p>Socio Gerente de Brigard Urrutia desde 2012 y socio desde 1990, con más de 30 años de experiencia. En el tiempo que lleva ejerciendo su profesión, se ha desempeñado exitosamente en diferentes áreas de práctica y es reconocido en el medio por sus amplios conocimientos en infraestructura, recursos naturales, contratación y administración pública.</p> <p>Es egresado de la Facultad de Jurisprudencia del Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario y obtuvo su título de Magíster en Derecho Comparado en la Facultad de Derecho de la Universidad de Nueva York en 1985.</p>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

		<p>Departamento Nacional de Planeación).</p> <p>Realizar la revisión final de todos los conceptos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato.</p> <p>Garantizar el cumplimiento a satisfacción de los términos del Contrato.</p>	
Director Financiero	Fernando Faria	<p>Dirigir las actividades financieras de la Asesoría que participará en la estructuración financiera del Proyecto. Velar por la coordinación del trabajo de los miembros del equipo financiero y de éstos con las demás áreas de la estructuración.</p> <p>Interacción con el equipo que sea designado por parte de la Financiera de Desarrollo Nacional, así como de la Empresa Metro de Bogotá, y con las demás entidades que tengan injerencia en el proyecto (i.e. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Secretaría Distrital de Hacienda, Ministerio de Transporte, Departamento Nacional de Planeación).</p> <p>Realizar la revisión final de todos los conceptos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato.</p>	<p>Socio de KPMG y Líder de Infraestructura para América Latina, así como responsable por el área de Infrastructure Finance. Lleva más de 20 años como responsable de grandes departamentos dedicados a la asesoría financiera en proyectos de infraestructura.</p> <p>Se desempeñó como Director de Proyecto para la Estructuración Financiera de la Primera Línea del Metro de Bogotá.</p> <p>Es egresado de la Universidad Católica Portuguesa como Licenciado en Economía.</p>
Gerente Técnico	Camilo Marulanda	<p>Supervisar las actividades técnicas del equipo de trabajo de INGETEC, incluyendo actividades de campo.</p> <p>Definir los criterios de diseño geotécnicos y ajustarlos de acuerdo con los resultados de las investigaciones.</p>	<p>Vicepresidente Técnico de INGETEC, involucrado en proyectos hidroeléctricos, abastecimiento de agua e irrigación, minería y transporte. Especialista en geotecnia y gerencia de proyectos. Ha participado en más de 70 proyectos hidroeléctricos a nivel mundial, que incluyen presas de enrocado con cara de concreto, núcleo de arcilla y asfalto, presas de concreto y de concreto compactado con rodillo, como también túneles de alta presión. Es</p>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

		Realizar la revisión final de todos los conceptos, informes y demás documentos de carácter técnico que se desarrollen durante la ejecución del servicio.	miembro del Comité de Aspectos Computacionales para el Análisis y Diseño de Presas, como también del Comité de Aspectos Sísmicos en el Diseño de Presas de ICOLD. También es miembro del Comité de Presas de Terraplén y Taludes del Geo-Institute de la ASCE. Así mismo, del Working Group 2 de la Asociación Internacional de Túneles ITA. Sus calificaciones y experiencia incluyen análisis numérico, análisis de estabilidad de taludes, evaluación de condiciones de excavación, amenaza sísmica, diseño e inspección de presas, evaluación del estado de esfuerzos de masas rocosas, diseño de túneles y excavaciones profundas, diseño de cimentaciones, evaluación de condiciones de excavación subterránea, ensayos de laboratorio, mapeo geológico, determinación de parámetros geotécnicos, diseño de pavimentos, docencia e investigación académica en ingeniería civil, entre otros.
Gerente de Proyectos y Supervisión	Andrés Marulanda	Asesorar el equipo de especialistas de la estructuración técnica en aspectos críticos del Proyecto, aportando su experiencia en la dirección de proyectos de diversos tipos y complejidad.	Director de la Vicepresidencia de Proyectos y Supervisiones de INGETEC. Cuenta con amplia experiencia en gerenciamiento y manejo de proyectos multidisciplinarios de diversa índole. Tiene pregrado en ingeniería civil junto con una maestría en ingeniería civil, con especialización en ingeniería geotécnica, de la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign. Tiene también un Máster en Gestión de Proyectos de la Universidad de Northwestern. Actualmente, es candidato a PhD en gestión de riesgos de proyectos en ISM. Tiene certificación PMP en gerencia de proyectos. Sus calificaciones incluyen planificación y control de proyectos, manejo contractual, análisis de riesgos, ingeniería de valor, análisis financieros, dirección de proyectos "design-build" y "fast track", entre otros. Es miembro del grupo de prácticas contractuales de ITA (W63) y representa a esta entidad en el TG10, grupo conformado entre FIDIC e ITA para desarrollar una nueva forma de contrato estándar para prácticas contractuales. También es vicepresidente del Comité de selección de tipo de presa de ICOLD. Ha actuado como perito técnico y asesor contractual en numerosos proyectos.

Desde el punto de vista de la **estructuración técnica** del Proyecto, la Asesoría contará con los siguientes organigramas en cuanto al personal de INGETEC y SYSTRA<sup>12</sup>:

<sup>12</sup> Organigramas referidos al personal profesional principal y personal no calificable establecido en el concurso que dio origen al contrato.



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF (Vol. 1 de 5)

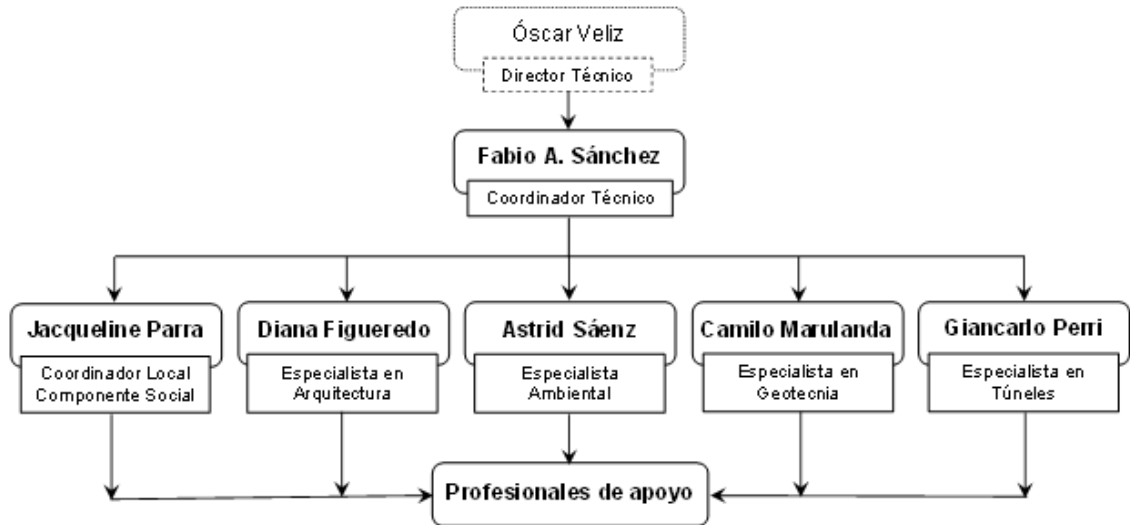


Figura 25. Organigrama componente técnico - Personal de INGETEC  
Fuente: Elaboración propia

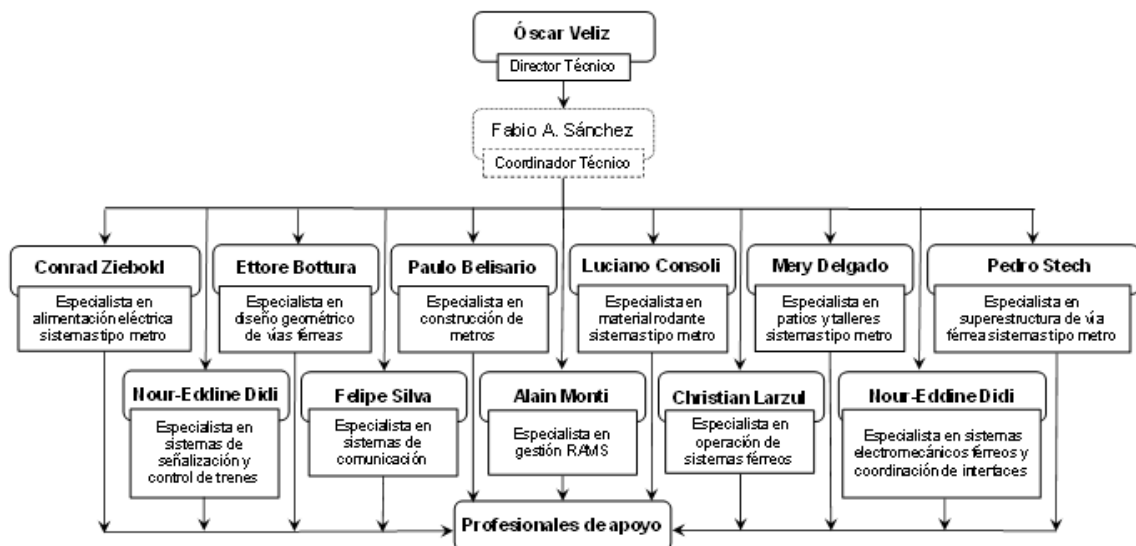


Figura 26. Organigrama componente técnico - Personal de SYSTRA  
Fuente: Elaboración propia

Con base en los anteriores organigramas, a continuación se definen los roles y responsabilidades de cada uno de los especialistas involucrados y de los profesionales de apoyo más relevantes :

Tabla 23. Roles y responsabilidades personal componente técnico

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

Cargo	Nombre	Responsabilidad	Principales calificaciones
Director Técnico	Óscar Véliz	<p>Dirigir el componente técnico de los servicios de Asesoría</p> <p>Organizar la producción de los entregables asociados con el componente técnico</p> <p>Asegurar la consistencia de los desarrollos técnicos entre ellos y con los demás componentes de los servicios de Asesoría</p> <p>Representar a la Asesoría frente a FDN, EMB y a terceros para los temas asociados con el componente técnico</p>	<p>Ingeniero civil e ingeniero en electricidad, Oscar Veliz tiene una amplia experiencia en sistemas ferroviarios. Su área de especialización abarca la ingeniería, el diseño, la construcción, montaje y mantenimiento de sistemas ferroviarios para redes de metro. Adquirió su conocimiento en sistemas de metro debido a sus 34 años en la Empresa de Transporte de Pasajeros Metro S.A. (Metro de Santiago – 1975/2009), en las áreas de Mantenimiento y Proyectos de sistemas eléctricos, electrónicos y digitales, participando en los proyectos de las nuevas líneas y sus respectivas extensiones, incluyendo las Líneas 1, 2, 4, 4A y 5 de la Red de Metro de Santiago.</p> <p>Además, cuenta con una amplia experiencia en proyectos internacionales debido a su participación del Proyecto UTO (GoA4) para la Línea 4 del Metro de Sao Paulo en Brasil, el proyecto de la Línea 2 del Metro Los Teques y de la Línea 5 del Metro de Caracas en Venezuela, el análisis del proyecto de la Línea 3 del Metro de Panamá y del estudio para la Automatización de la Línea 1 del Metro de Ciudad de México en México.</p>
Coordinador técnico *	Fabio Alexander Sánchez	<p>Coordinar los aspectos técnicos relacionados con la estructuración de la L2MB</p> <p>Manejar la correspondencia contractual en el tema técnico</p> <p>Coordinar y participar en las reuniones del equipo técnico</p> <p>Coordinar y participar en las actividades de gestión con las entidades</p> <p>Coordinar y participar en las sesiones de identificación y mitigación de riesgos</p> <p>Participar en la elaboración de informes, apéndices del proceso de selección y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato</p>	<p>Ingeniero Civil con más de de 20 años de experiencia en consultoría, involucrado en el desarrollo de proyectos de infraestructura y proyectos hidroeléctricos a nivel internacional en las etapas de diseños conceptuales, básicos y detallados, análisis de riesgos, selección de alternativas, evaluaciones económicas y financieras, debidas diligencias y asesoría y supervisión durante la construcción. Su amplia experiencia incluye el manejo y coordinación de equipos multidisciplinarios durante la ejecución de proyectos de consultoría en áreas de infraestructura, minería y desarrollos hidroeléctricos.</p>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

<p>Coordinador local componente social *</p>	<p>Jacqueline Parra Vera</p>	<p>Asesorar en los aspectos sociales relacionados con la estructuración de la L2MB.</p> <p>Coordinar las actividades de su equipo de profesionales de apoyo</p> <p>Participar en las reuniones del equipo técnico.</p> <p>Participar en las actividades de gestión con las entidades.</p> <p>Participar en las sesiones de identificación y mitigación de riesgos.</p> <p>Participar en la elaboración de informes, apéndices del proceso de selección y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del servicio.</p>	<p>Trabajadora social, especialista en gerencia social, con amplia experiencia profesional de más de 25 años como especialista social en diversos proyectos de infraestructura liderando procesos sociales encaminados al desarrollo humano y social de la población objeto de intervención.</p>
<p>Especialista en arquitectura *</p>	<p>Diana Margarita Figueredo</p>	<p>Asesorar los aspectos de arquitectura relacionados con la estructuración de la L2MB.</p> <p>Coordinar las actividades de su equipo de profesionales de apoyo</p> <p>Participar en las reuniones del equipo técnico.</p> <p>Participar en las actividades de gestión con las entidades.</p> <p>Participar en las sesiones de identificación y mitigación de riesgos.</p> <p>Participar en la elaboración de informes, apéndices del proceso de selección y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del servicio.</p>	<p>Arquitecta con más de 20 años de experiencia en proyectos de construcción e interventoría de obra. Amplia experiencia en diseño arquitectónico en proyectos de infraestructura urbana desarrollados a nivel nacional e internacional. Cuenta con experiencia en el desarrollo de estudios de factibilidad, diseños detallados, elaboración de especificaciones técnicas y bases de medida y pago, criterios de diseño y licitaciones.</p>
<p>Especialista ambiental *</p>	<p>Astrid Romary Saenz</p>	<p>Asesorar los aspectos ambientales relacionados con la estructuración de la L2MB.</p> <p>Coordinar las actividades de su equipo de profesionales de apoyo</p> <p>Participar en las reuniones del equipo técnico.</p> <p>Participar en las actividades de gestión con las entidades.</p>	<p>Ingeniera Ambiental con más de 20 años de experiencia como especialista ambiental en consultoría de diversos proyectos de infraestructura. Amplia experiencia en la coordinación ambiental, social y administrativa durante la elaboración de estudios ambientales en proyectos del sector de infraestructura, minería y desarrollos hidroeléctricos (Estudio de Impacto Ambiental, PMA, Sustracción de DMI, Arqueología, Aprovechamiento Forestal, entre otros).</p>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF (Vol. 1 de 5)

		<p>Participar en las sesiones de identificación y mitigación de riesgos.</p> <p>Participar en la elaboración de informes, apéndices del proceso de selección y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del servicio.</p>	
Especialista en diseño geométrico de vías férreas **	Ettore Bottura	<p>Desarrollar el componente de diseño geométrico de vías férreas</p> <p>Organizar la producción y redactar los entregables y elementos asociados con el diseño geométrico de las vías férreas</p> <p>Elaborar el diseño geométrico de vías férreas y las especificaciones correspondientes</p> <p>Manejar y gestionar junto con otros especialistas las interfaces con el diseño geométrico de vías férreas</p>	<p>Graduado en Ingeniería Civil de la Escuela Politécnica de la Universidad de São Paulo - USP en 1974, tiene Maestría y Doctorado en Ingeniería del Transporte, también de la Universidad de São Paulo - USP. Como director y gerente técnico de SYSTRA (VETEC Engenharia hasta 1988), actúa en la dirección general y coordinación de la implementación de importantes proyectos nacionales de ingeniería de transporte, con énfasis en el desarrollo de estudios funcionales, proyectos básicos y ejecutivos de sistemas viales, ferroviarios y subterráneos (metro), así como actúa en la gestión, supervisión e inspección de sus implementaciones.</p>
Especialista en alimentación eléctrica sistemas tipo metro **	Conrad Ziebold	<p>Desarrollar el componente de alimentación eléctrica del proyecto</p> <p>Organizar la producción y redactar los entregables y elementos asociados con la alimentación eléctrica</p> <p>Desarrollar las simulaciones eléctrica del sistema</p> <p>Elaborar el diseño del sistema de alimentación eléctrica del proyecto y las especificaciones correspondientes</p> <p>Manejar y gestionar junto con otros especialistas las interfaces con el la alimentación eléctrica del proyecto</p>	<p>Conrad Ziebold Van Aken tiene una amplia experiencia en sistemas eléctricos para proyectos ferroviarios y metroviarios. Su área de especialización abarca la ingeniería, el diseño, las pruebas en local y fábrica y la puesta en servicio.</p> <p>Adquirió su conocimiento en la implantación de eléctricos debido a su experiencia en el desarrollo e implantación de proyectos como la puesta en servicio de la subestación de alta tensión de Neptuno, la puesta en servicio de las subestaciones de rectificación de Líneas 1 y 2 y la Subestación de Alta Tensión, las pruebas y recepción en fábrica del transformador de 40MVA para utilización en subestación SEAT 110/20 KV y las pruebas de recepción en fábrica de rectificadores de potencia e interruptores ultrarrápidos.</p> <p>En Metro, participó en diversos proyectos como especialista en sistema eléctrico, siendo responsable por la coordinación de la concepción, evaluación y ejecución de los proyectos de los sistemas eléctricos de Metro. Además, participó en la ingeniería básica de la Línea 5, el dimensionamiento del sistema eléctrico de media tensión y subestaciones de tracción del Metro de Quito y la Asesoría a Metro de Bogotá.</p>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF (Vol. 1 de 5)

<p>Especialista en construcción de metros **</p>	<p>Paulo Belisario</p>	<p>Proveer y alimentar a la Asesoría, FDN y EMB con experiencias de construcción de metros</p> <p>Asegurar la consistencia de los elementos asociados con la construcción del metro (programa de obra, interfaces, riesgos, etc.)</p>	<p>Graduado en Ingeniería Civil de la Escuela Politécnica de la Universidad de São Paulo - USP en 1990, tiene Maestría en Ingeniería del Transporte, también de la Universidad de São Paulo - USP.</p> <p>Como gerente de departamento de SYSTRA actúa en la gestión de la construcción y coordinación de obras de importantes proyectos nacionales de ingeniería de transporte. Con más de 25 años de experiencia en análisis, diseño, supervisión y gestión de proyectos de carreteras, ferrocarriles y obras subterráneas, se destaca la experiencia en el análisis y desarrollo de proyectos de pavimentación, incluyendo pavimentos de asfalto y concreto, supervisión de proyectos y obras.</p>
<p>Especialista en material rodante sistemas tipo metro **</p>	<p>Luciano Consoli</p>	<p>Desarrollar el componente de material rodante</p> <p>Organizar la producción y redactar los entregables y elementos asociados con el diseño del material rodante</p> <p>Elaborar el diseño del material rodante y las especificaciones correspondientes</p> <p>Manejar y gestionar junto con otros especialistas las interfaces con el material rodante</p>	<p>Luciano Consoli lleva más de veinte años trabajando en el mercado ferroviario en las dos principales empresas europeas de material rodante. Tiene una amplia experiencia en I + D + i, desarrollo de diseños, ensayos, gestión de proyectos, calidad y ofertas. Como integrador de sistemas, ha desarrollado habilidades clave de gestión de proyectos, conocimientos técnicos y habilidades para analizar y resolver problemas en el entorno orientado a la seguridad de los equipos ferroviarios. Es inventor de seis patentes de las cuales tres fueron decisivas en la acreditación gubernamental de un producto de metro automatizado. La experiencia desarrollada en la dinámica de sistemas y el análisis de control le ha ayudado a desarrollar software, pruebas de banco y herramientas para mejorar la comodidad del material rodante y aumentar el ciclo de vida de los componentes.</p>
<p>Especialista en superestructura de vía férrea sistemas tipo metro **</p>	<p>Pedro Stech</p>	<p>Desarrollar el componente de superestructura de vía férrea</p> <p>Organizar la producción y redactar los entregables y elementos asociados con el diseño de la superestructura de vía férrea</p> <p>Elaborar el diseño de la superestructura de vía férrea y las especificaciones correspondientes</p> <p>Manejar y gestionar junto con otros especialistas las interfaces con la superestructura de vía férrea</p>	<p>Graduado en ingeniería civil y maestría en ingeniería de transportes por la Escola Politécnica da USP, con 13 años de experiencia profesional en diseños en el área de infraestructura de transporte.</p> <p>Especialista en el área de infraestructura de transporte, habiendo trabajado en la elaboración de diseños y estudios para la implementación de obras civiles ferroviarias, metro, carreteras y sistemas viales urbanos.</p> <p>Actualmente trabaja en la coordinación de diseños en el área de infraestructura de transporte, coordinación técnica y actividades de planificación y gestión de contratos.</p>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

<p>Especialista en patios y talleres sistemas tipo metro **</p>	<p>Mery Delgado</p>	<p>Desarrollar el componente de diseño del patio-taller</p> <p>Organizar la producción y redactar los entregables y elementos asociados con el patio-taller</p> <p>Elaborar el diseño del patio-taller y las especificaciones correspondientes</p> <p>Manejar y gestionar junto con otros especialistas las interfaces con el patio-taller</p>	<p>Ingeniera experimentada con más de 20 años de experiencia, 17 de los cuales son en proyectos de Metro. Tiene 12 años de experiencia trabajando en talleres y Líneas / Estaciones para el Metro de Caracas, además de haber participado de los Proyectos de Metro de Bogotá, Metro de Doha y Extensión del Metro de Dubái. Tiene una experiencia considerable en el diseño de las principales estructuras de ingeniería para sistemas Metro, desde estudios conceptuales hasta el control de ejecución. En el Metro de Doha como Especialista de Operaciones y Mantenimiento de Patios y Talleres se ha dedicado a las instalaciones de patios-talleres durante la etapa de diseño, construcción, pruebas y puesta en servicio. Durante el Proyecto de Extensión de la Ruta 2020 del Metro de Dubái, ha estado involucrada en diferentes áreas que incluyen la actualización y ampliación de las instalaciones y equipos de los talleres existentes, las interfaces entre los sistemas ferroviarios y las obras civiles, el apoyo al área de operaciones y mantenimiento y la gestión de la capacitación.</p>
<p>Especialista en sistemas de comunicación **</p>	<p>Felipe Silva</p>	<p>Desarrollar el componente de sistemas de comunicación</p> <p>Organizar la producción y redactar los entregables y elementos asociados con los sistemas de comunicación</p> <p>Elaborar el diseño de los sistemas de comunicación y las especificaciones correspondientes</p> <p>Manejar y gestionar junto con otros especialistas las interfaces los sistemas de comunicación</p>	<p>Profesional con 14 años de experiencia, con formación y significativo desempeño en Telecomunicaciones, supervisión de interfaces y control de Montaje. Estuvo involucrado en el diseño de sistemas de comunicaciones para varias líneas de metro en Santiago de Chile y en Ciudad de Panamá.</p>
<p>Especialista en sistemas de señalización y control de trenes **</p>	<p>Nour-Eddine Didi</p>	<p>Desarrollar el componente de señalización y control de trenes</p> <p>Organizar la producción y redactar los entregables y elementos asociados con la señalización y el control de trenes</p> <p>Elaborar el diseño de los sistemas señalización y control de trenes y</p>	<p>Nour-Eddine Didi tiene una amplia experiencia en sistemas ferroviarios. Su área de especialización abarca la ingeniería, el diseño, pruebas en fábrica, pruebas en sitio, montaje e integración de sistemas ferroviarios para redes de metro. Adquirió su conocimiento en la integración de sistemas y gestión de interfaces debido a su experiencia en el desarrollo e implantación de proyectos de sistemas metro, participando en los</p>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

		<p>las especificaciones correspondientes</p> <p>Manejar y gestionar junto con otros especialistas las interfaces con los sistemas de señalización y control de trenes</p>	<p>proyectos de las Líneas Verde y Roja del Metro de Dubái, las Líneas 3&amp;6 del Metro de Santiago y Línea 3 del Metro de El Cairo, incluyendo la gestión de interfaces entre sistemas ferroviarios (CBTC, PSD, Material Rodante, Información al pasajero), bien como entre sistemas y obras civiles. Además, cuenta con una experiencia en sistemas CBTC debido a su experiencia en el desarrollo e implantación de proyectos de líneas totalmente automatizadas (GoA 4), participando en los proyectos de las Líneas Verde y Roja del Metro de Dubái, las Líneas 3, 6 y 7 del Metro de Santiago y la Línea Noreste del Metro de Singapur.</p> <p>En SYSTRA, participó en diversos proyectos como especialista en la coordinación técnica, gestión de interfaces, integración de sistemas, señalización y modos de conducción, para misiones de estudios preliminares, ingeniería básica y de detalle, diseños y especificaciones para licitación, supervisión de los trabajos de montaje e integración de los sistemas y obras civiles. Además, cuenta con experiencia en la gestión de interfaces del sistema CBTC con puertas de andén (PSD), material rodante, sistema de control de energía y sistema de información al pasajero (SIP).</p>
Especialista en gestión RAMS **	Alain Monti	<p>Desarrollar el componente de gestión RAMS</p> <p>Definir la política RAMS del proyecto</p> <p>Averiguar la integración de la política RAMS y sus requisitos en las especificaciones técnicas al nivel de cada sistema / componente del proyecto</p>	<p>Alain MONTI adquirió en la Autoridad Autónoma del Transporte Parisino (RATP por sus siglas en francés) una primera gran experiencia en la validación de software de seguridad para sistemas suburbanos.</p> <p>Posteriormente, dicha experiencia adquirida se vio ampliada en la ejecución de numerosos proyectos a nivel internacional, vía SYSTRA. Sus competencias técnicas se extienden al nivel de sistemas, de definición de política RAMS y se duplican con la competencia de gestión de proyectos.</p> <p>Alain MONTI se encuentra actualmente prestando sus servicios en París con misiones frecuentes en el extranjero después de haber ejercido durante tres años en Londres la función de Evaluador Independiente de Software para los sistemas de transporte a alta velocidad.</p>
Especialista en sistemas electromecánicos férreos y coordinación de interfaces **	Nour-Eddine Didi	<p>Desarrollar el componente de sistemas electromecánicos férreos y de coordinación de interfaces</p> <p>Organizar la producción y redactar los entregables y elementos</p>	<p>Véase "Especialista en sistemas de señalización y control de trenes" **</p>



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

		<p>asociados con los sistemas electromecánicos férreos y la coordinación de interfaces</p> <p>Gestionar la gestión de interfaces del proyecto entre subsistemas con el soporte de los demás especialistas</p>	
Especialista en operación de sistemas férreos **	Christian Larzul	<p>Desarrollar el Plan de Operación Preliminar (POP) del proyecto</p> <p>Realizar las simulaciones de operación mediante softwares adecuados</p> <p>Definir la política de operación del proyecto así como la estructura encargada de la operación de la línea de metro</p>	<p>Christian Larzul es un experto altamente calificado en la operación de sistemas de transporte férreo urbano y más especialmente de metros. Cuenta con una larga experiencia de 36 años en la operación de sistemas de metro. Adquirió esta experiencia trabajando como responsable de operaciones de líneas de metro en la RATP o como Especialista en estudios de operaciones de sistemas férreos urbanos. Empezó su carrera como especialista en operaciones para la RATP (operador del metro de París) y luego se convirtió en coordinador o especialista en estudios de operaciones de sistemas de metro en SYSTRA. Tuvo también una larga experiencia de responsable de capacitación en el tema de la operación de metros y estuvo involucrado en la remodelación de espacios públicos en las estaciones de metro. Christian podrá entonces revisar con mucha eficiencia el conjunto de los distintos aspectos relacionados con el tema de la operación de la L2MB y establecer las interfaces con los demás componentes del proyecto. Se apoyará en sus numerosas experiencias en otras redes de metro para identificar precisamente los desafíos del proyecto en cuanto a su operación y a su impacto sobre la definición del proyecto (dimensionamiento, licitaciones, etc.).</p>
Especialista en geotecnia *	Camilo Marulanda	<p>Véase tabla Comité de Expertos. Adicionalmente:</p> <p>Asesorar los aspectos geotécnicos relacionados con la estructuración de la L2MB.</p> <p>Coordinar las actividades de su equipo de profesionales de apoyo</p> <p>Participar en las reuniones del equipo técnico.</p> <p>Participar en las actividades de gestión con las entidades.</p>	<p>Ingeniero Civil con más de 20 años de experiencia involucrado en la consultoría de proyectos hidroeléctricos, abastecimiento de agua e irrigación, minería e infraestructura de transporte. Experiencia como especialista en geotecnia en proyectos hidroeléctricos a nivel mundial. Sus calificaciones y experiencia incluyen análisis numérico, análisis de estabilidad de taludes, evaluación de condiciones de excavación, amenaza sísmica, diseño e inspección de presas, evaluación del estado de esfuerzos de masas rocosas, diseño de excavaciones profundas, diseño de cimentaciones, evaluación de condiciones de excavación subterránea, ensayos de laboratorio,</p>



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

		<p>Participar en las sesiones de identificación y mitigación de riesgos.</p> <p>Participar en la elaboración de informes, apéndices del proceso de selección y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato.</p>	<p>mapeo geológico, determinación de parámetros geotécnicos y diseño de pavimentos.</p>
<p>Especialista en túneles **</p>	<p>Giancarlo Perri</p>	<p>Asesorar en los aspectos de túneles relacionados con la estructuración de la L2MB.</p> <p>Coordinar las actividades de su equipo de profesionales de apoyo</p> <p>Participar en las reuniones del equipo técnico.</p> <p>Participar en las actividades de gestión con las entidades.</p> <p>Participar en las sesiones de identificación y mitigación de riesgos.</p> <p>Participar en la elaboración de informes, apéndices del proceso de selección y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato.</p>	<p>Ingeniero de Minas con más de 45 años en el ejercicio de su profesión. Cuenta con amplia experiencia como ingeniero consultor y proyectista en el desarrollo de una amplia variedad de proyectos en las áreas de Geotecnia y, especialmente, en la Ingeniería de Túneles. Cuenta experiencia como proyectista de varias estaciones y de los túneles gemelos de la Línea 3 del Metro de Caracas, todos los túneles del Metro de Valencia y de todos los túneles del Ferrocarril de Caracas-Puerto Cabello y del Ferrocarril San Juan-San Fernando. Ha proyectado los túneles del Drenaje Profundo Maldonado de Buenos Aires en Argentina, los túneles del Proyecto hidroeléctrico Chacayes en Chile. En Panamá ha sido asesor de la CAF para el proyecto de los túneles de la Línea 1 del Metro. Ha participado en varios proyectos de túneles construidos convencionalmente en Venezuela, Costa Rica, Honduras y Chile, entre otros.</p>

\* Personal de INGETEC

\*\* Personal de SYSTRA

Desde el punto de vista de la **estructuración financiera** del Proyecto, la Asesoría contará con el siguiente organigrama:

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF (Vol. 1 de 5)

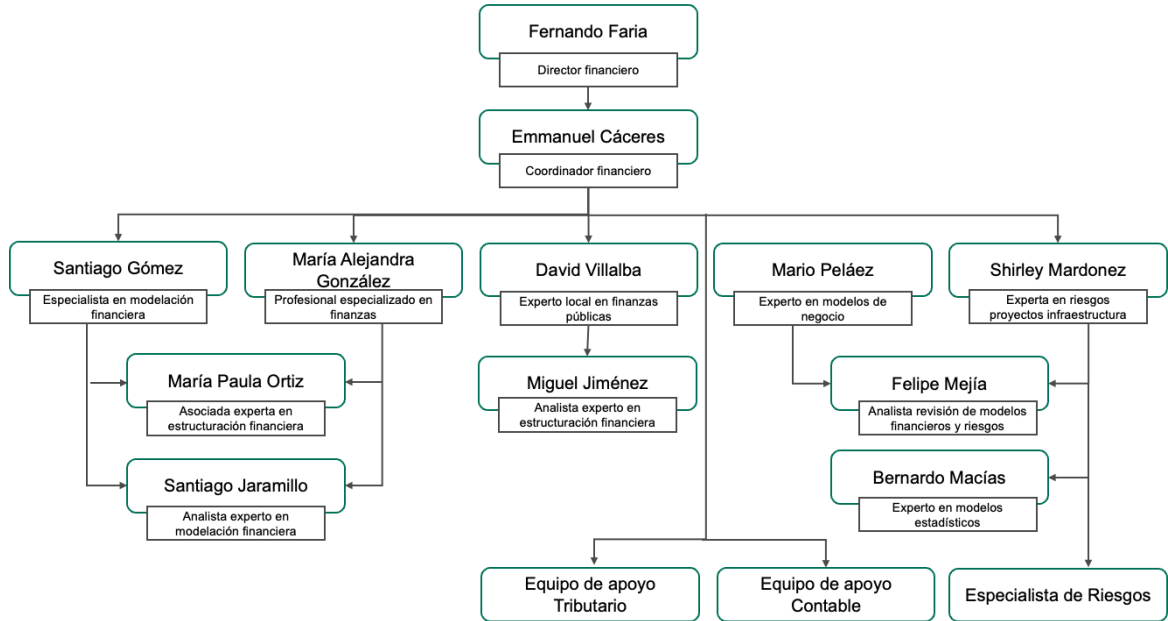


Figura 27. Organigrama componente financiero  
Fuente: Elaboración propia

Con base en el anterior organigrama, a continuación se definen los roles y responsabilidades de cada uno de los profesionales técnicos involucrados. Se aclara que la información correspondiente al Especialista de Riesgos se incluirá en el Informe Entregable 1A, de acuerdo con las especificaciones del servicio.

Tabla 24. Roles y responsabilidades personal componente financiero

Cargo	Nombre	Responsabilidad	Principales calificaciones
Coordinador Financiero	Emmanuel Cáceres	<p>Coordinar las actividades de la Asesoría que participará en la estructuración financiera del Proyecto.</p> <p>Interacción con el equipo que sea designado por parte de la Financiera de Desarrollo Nacional, así como de la Empresa Metro de Bogotá, y con las demás entidades que tengan injerencia en el proyecto (i.e. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Secretaría Distrital de Hacienda, Ministerio de Transporte, Departamento Nacional de Planeación).</p> <p>Velar por la coordinación del trabajo entre los miembros del equipo</p>	<p>Socio Gerente de Bonus Banca de Inversión. Durante más de catorce años participa en asesoría financiera de proyectos y empresas del sector de infraestructura donde ha coordinado COP 1,1 Bn en cierres financieros exitosos y COP 55 Bn en estructuraciones. Se desempeñó como Gerente Financiero de la estructuración de la Navegabilidad del Río Magdalena y participó como especialista financiero en la Titularización Patio 80, Autopistas para la Prosperidad, APP GICA y Corredor Neiva-Espinal-Girardot, entre otras. Se desempeña como miembro de la Junta Directiva de las siguientes compañías ICRC e IPFA</p>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF (Vol. 1 de 5)

		<p>financiero y de estos con los otros estructuradores de FDN.</p> <p>Realizar la revisión de todos los modelos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato.</p>	<p>(International Project Finance Association).</p> <p>Ingeniero civil de la Universidad de Los Andes de Bogotá, graduado con honores.</p>
Especialista en Modelación Financiera	Santiago Gómez	<p>Asesorar en los aspectos financieros relacionados con el desarrollo del modelo financiero del Proyecto.</p> <p>Participar en las reuniones del equipo financiero y coordinar a los profesionales expertos en modelaje financiero, así como a los profesionales encargados de la revisión de esta herramienta.</p> <p>Realizar la revisión de todos los modelos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato.</p>	<p>Vicepresidente de Bonus Banca de Inversión con más de trece años de experiencia en el sector privado, sector público, modelación financiera, project finance, financiación y estructuración de proyectos de vinculación de capital privado. Lideró la adjudicación del Patio de Usme en la licitación de Transmilenio Fase I y II. Participó en la estructuración de las concesiones de 4G de Centro Oriente, Transversal de las Américas, Pacífico 1, 2 y 3, licitaciones de la Fase I, II y III de Transmilenio, entre otras.</p> <p>Ingeniero Civil y Administrador de Empresas de la Universidad de Los Andes de Bogotá, con MBA de ICESI/Tulane University.</p>
Profesional Especializado en Finanzas	María Alejandra González	<p>Asesorar los aspectos financieros de la estructuración y financiación del Proyecto.</p> <p>Incorporar al Proyecto las mejores prácticas de estructuración y financiación actuales del mercado en su componente financiero.</p> <p>Incorporar las buenas prácticas de estructuración al desarrollo del modelo financiero.</p>	<p>Socia de Bonus Banca de Inversión con más de catorce años de experiencia y USD 1 Bn en transacciones exitosas. Trabajó con bancas internacionales como Citibank, Itaú BBA, BNP Paribas donde asesoró corporaciones en la mitigación de riesgos financieros en procesos de M&amp;A, financiación de proyectos y reestructuración de deuda. Participó en la asesoría a ALUPAR en la Línea de Transmisión La Virginia-Nueva Esperanza, la financiación de Puerto Bahía y Termotasajero, y en la estructuración de deuda de Termovalle y Terranum (Proyecto Decameron).</p> <p>Ingeniera Industrial de la Universidad de Los Andes de Bogotá, con MBA y especialización en Administración de Riesgos e Ingeniería Financiera de la Universidad de Toronto.</p>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF (Vol. 1 de 5)

<p>Experto en Modelos de Negocio</p>	<p>Mario Peláez</p>	<p>Encargado de las actividades relacionadas al diseño de la transacción.</p> <p>Participar en las reuniones del equipo financiero y coordinar a los profesionales que participan en el modelo de transacción.</p> <p>Incorporar las buenas prácticas nacionales e internacionales en proyectos similares.</p>	<p>Gerente Senior de KPMG Colombia para el desarrollo de negocios de la industria de infraestructura. Ha participado en el desarrollo de políticas públicas, tales como el Plan Maestro Intermodal Parte 3 del Sector Transporte, expedición del marco regulatorio para las condiciones mínimas de operación de los metros, tranvías y trenes en Colombia. Fue el gerente del área de APPs del sector transporte en el Viceministerio de Infraestructura y Director de Infraestructura del Ministerio de Transporte.</p> <p>Ingeniero Civil de la Escuela Colombiana de Ingeniería con MBA del Grenoble Ecole de Management de Francia.</p>
<p>Experto Local en Presupuesto y Finanzas Públicas</p>	<p>David Villalba</p>	<p>Liderar el desarrollo de las actividades que involucren análisis del presupuesto público para el proyecto para la estructuración integral.</p> <p>Participar en las reuniones del equipo financiero y coordinar a los profesionales expertos en estructuración financiera, así como a los profesionales encargados de la revisión de esta herramienta.</p> <p>Incorporar las mejores prácticas de las finanzas públicas para aplicar a la estructuración integral y al modelo financiero del proyecto.</p>	<p>Socio de KPMG Colombia con más de 19 años de experiencia en servicios de asesoría financiera en proyectos de infraestructura en el sector público y privado. Fue Viceministro en el Ministerio de Transporte, en el cual lideró el plan estratégico de transporte y la gestión de múltiples proyectos APP. Participó en la estructuración integral de la Primera Línea del Metro de Bogotá, la estructuración y acompañamiento de la renovación de flota de Transmilenio, la revisión del modelo financiero de compra de la concesión Aeropuertos del Oriente, entre otros.</p> <p>Economista de la Universidad del Rosario, Especialista en Finanzas de la Universidad de los Andes y Magíster en Gobierno y Política Pública de la Universidad Externado.</p>
<p>Experta en Riesgos de Proyectos de Infraestructura</p>	<p>Shirley Mardonez</p>	<p>En conjunto con el Especialista en Riesgos, participa en la identificación, clasificación, análisis y tratamiento de riesgos transferibles y no transferibles, así como la definición de las garantías de los contratos.</p> <p>Incorporar las buenas prácticas de análisis de riesgos para la</p>	<p>Gerente Senior de KPMG Colombia para el desarrollo de negocios de la industria de infraestructura. Con más de 15 años de experiencia, ha participado en el desarrollo del marco regulatorio y guías para la implementación de esquemas APP en Colombia en el DNP, Ministerio de Hacienda y Secretaría Distrital de</p>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

		estructuración integral en el desarrollo del modelo financiero.	Hacienda. Ha participado como experta en riesgos en la Primera Línea del Metro de Bogotá, la renovación de la flota de Transmilenio, la estructuración de una APP para Parques Nacionales Naturales en Colombia, entre otros.  Economista y Especialista en Finanzas Internacionales de la Universidad Externado de Colombia, con MBA de la Universidad de Gales en el Reino Unido.
Profesional Experto en Estructuración Financiera	María Paula Ortiz	En conjunto con el Coordinador Financiero, participar en el desarrollo de las actividades referentes a la estructuración del Proyecto.  Elaboración de conceptos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato relacionados con el modelo financiero o las actividades del área financiera.	Asociada en Bonus Banca de Inversión con más de seis años de experiencia en estructuración financiera de proyectos de infraestructura, análisis de proyectos para su financiación, modelación financiera y valoración de compañías. Participó en la financiación de las concesiones 4G Pacífico 1 y Perimetral de Oriente, en la estructuración del Proyecto en etapa de factibilidad Regiotram, y lideró la estructuración financiera y de riesgos del Proyecto APP de Iniciativa Privada del Nuevo Parque Salitre Mágico.  Ingeniera Industrial de la Universidad de Los Andes con Maestría en Finanzas de ICADE/Universidad Pontificia Comillas.
Analista Experto en Modelaje Financiero	Santiago Jaramillo	En conjunto con el Especialista en Modelaje Financiero, participar en la elaboración del modelo financiero del Proyecto que cumpla con todas las características propuestas por FDN en los pliegos de condiciones.  Elaboración de conceptos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato relacionados con el modelo financiero o las actividades del área financiera.	Analista Senior de Bonus Banca de Inversión con más de dos años de experiencia en modelación financiera y estructuración de proyectos de infraestructura. Participó en la estructuración, mediante esquema APP, la construcción, operación y mantenimiento de la Fiscalía General de la Nación en Cali y Paloquemao y las residencias universitarias de Medellín para el Departamento Nacional de Planeación.  Ingeniero Industrial de la Universidad de Los Andes de Bogotá.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF (Vol. 1 de 5)

<p>Analista Experto en Estructuración Financiera</p>	<p>Miguel Jiménez</p>	<p>En conjunto con el Coordinador Financiero, participar en el desarrollo de las actividades referentes a la estructuración del Proyecto.</p> <p>Elaboración de conceptos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato relacionados con el modelo financiero o las actividades del área financiera.</p>	<p>Supervisor de KPMG con más de seis años de experiencia en estructuración financiera de proyectos de infraestructura. Participó en la estructuración de la Primera Línea del Metro de Bogotá.</p> <p>Ingeniero Industrial y Administrador de Empresas de la Universidad de los Andes de Bogotá.</p>
<p>Analista Revisión de Modelaje Financiero y Riesgos</p>	<p>Felipe Mejía</p>	<p>En conjunto con el Especialista en Modelaje Financiero, participar en la elaboración y revisión del modelo financiero del Proyecto que cumpla con todas las características propuestas por FDN en los pliegos de condiciones. También, apoyar a la Experta en Riesgos en la identificación, clasificación, análisis y tratamiento de cada riesgo.</p> <p>Elaboración de conceptos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato relacionados con la revisión del modelo financiero, análisis de riesgos o las actividades del área financiera.</p>	<p>Analista de KPMG con más de tres años de experiencia en consultoría y análisis de riesgos en proyectos de infraestructura. Participó en la estructuración, mediante esquema APP, de proyecto para reforestar áreas protegidas.</p> <p>Ingeniero Civil y Especialista en Administración Financiera de la Universidad de los Andes de Bogotá.</p>
<p>Experto en Modelos Estadísticos</p>	<p>Bernardo Macías</p>	<p>Participar en las simulaciones de riesgos y financieras que sean necesarias para el Proyecto.</p> <p>Elaboración de simulaciones de Monte Carlo para el análisis de riesgos de variables relevantes en el modelo financiero.</p> <p>Valoración de riesgos mediante el uso de la nueva metodología del Ministerio de Hacienda.</p>	<p>Asociado en Bonus Banca de Inversión con más de seis años de experiencia en consultoría estadística, valoración de riesgos y banca de inversión. Participó en la asesoría para la financiación de proyectos de transporte masivo y de infraestructura vial por medio de estructuras de project finance. Dentro de estas experiencias están: Malla Vial del Valle del Cauca y Cauca – Accesos Cali Palmira, Neiva-Girardot, Popayán-Santander de Quilichao, IP Parquaderos Carrera 15 (Bogotá) y IP EcoPark Calle 98 (Bogotá).</p> <p>Ingeniero Industrial e Ingeniero de Sistemas de la Universidad de Los Andes de Bogotá, con Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad de Los Andes de Bogotá.</p>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

Desde el punto de vista de la **estructuración legal** del Proyecto, la Asesoría contará con el siguiente organigrama:

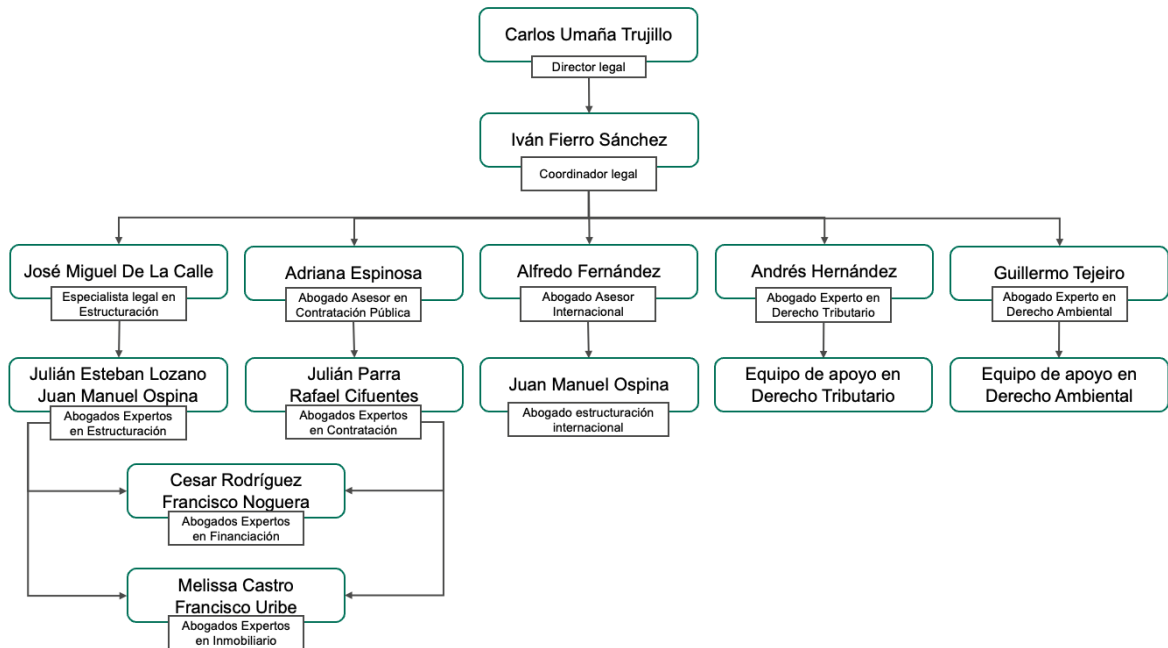


Figura 28. Organigrama componente legal  
Fuente: Elaboración propia

Con base en el anterior organigrama, a continuación se definen los roles y responsabilidades de cada uno de los abogados involucrados:

Tabla 25. Roles y responsabilidades personal componente legal

Cargo	Nombre	Responsabilidad	Principales Calificaciones
Coordinador Legal	Iván Fierro	Coordinar las actividades de la Asesoría que participará en la estructuración legal del Proyecto. Interacción con el equipo que sea designado por parte de la Financiera de Desarrollo Nacional, así como de la Empresa Metro de Bogotá, y con las demás entidades que tengan injerencia en el proyecto (i.e. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Secretaría Distrital de Hacienda, Ministerio de Transporte, Departamento Nacional de Planeación).	Asociado Principal del área de infraestructura de Garrigues. Durante casi siete años, trabajó en la Agencia Nacional de Infraestructura, durante el cual participó en la estructuración de los proyectos de la cuarta generación de concesiones viales, de puertos y aeropuertos que fueron licitados y adjudicados por dicha entidad. Así mismo, participó en la estructuración de la Primera Línea del Metro de Bogotá, y ha asesorado a un importante fabricante de buses en la elaboración y suscripción de contratos de provisión de flota para el SITP y como asesor de los bancos en la

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF (Vol. 1 de 5)

		<p>Velar por la coordinación del trabajo entre los miembros del equipo legal y de estos con los otros estructuradores de FDN.</p> <p>Realizar la revisión de todos los conceptos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato.</p>	<p>financiación de proyectos de infraestructura.</p> <p>Abogado de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, con especialización en Gestión Pública e Instituciones Administrativas y especialización en Legislación Financiera ambas de la Universidad de los Andes.</p>
Especialista Legal en Estructuración	José Miguel De La Calle	<p>Asesorar en los aspectos jurídicos relacionados con la estructuración de proyectos, específicamente en la elaboración de los pliegos de condiciones y minutas de contratos a las que haya lugar.</p> <p>Participar en las reuniones del equipo legal, y coordinar al equipo dedicado a la atención de la estructuración del Proyecto.</p> <p>En conjunto con el Asesor en Contratación Pública, coordinar a los equipos de derecho inmobiliario y financiación de Proyectos.</p> <p>Realizar la revisión de todos los conceptos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato relacionados con la estructura de la transacción.</p>	<p>Ejerció el cargo de Superintendente de Industria y Comercio, y cuenta con más de veinte años de experiencia en el ejercicio del derecho. Ha participado en la estructuración de proyectos de infraestructura tales como la Primera Línea del Metro de Bogotá, la Plataforma Logística del Eje Cafetero, y varios proyectos de generación de energía.</p> <p>Abogado del Colegio Mayor del Rosario y realizó una Maestría en Derecho (LL.M) en la Universidad de Harvard. Participó en el Programa "Politics of Global Finance" en la Escuela Económica de Londres y fue asistente en el curso sobre la Unión Económica Europea en el Instituto Ortega y Gasset en Madrid, España.</p>
Abogado Asesor en Contratación Pública	Adriana Espinosa	<p>Asesorar en los aspectos jurídicos relacionados con las normas de contratación pública y en derecho administrativo, en relación con la estructuración legal del Proyecto.</p> <p>Participar en las reuniones del equipo legal, y coordinar al equipo dedicado a la atención de aspectos de derecho administrativo y de contratación pública.</p> <p>En conjunto con el Especialista Legal en Estructuración, coordinar a los equipos de derecho inmobiliario y financiación de Proyectos.</p> <p>Realizar la revisión de todos los conceptos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato, relacionados con contratación pública y el derecho administrativo.</p>	<p>Cuenta con amplia experiencia en estructuración de proyectos de infraestructura, en acompañamiento en procesos licitatorios y de selección en general, así como en el acompañamiento permanente en la ejecución contractual, lo que comprende procesos de negociación de documentos de acuerdo y modificatorios con los concedentes o contratantes, así como la asesoría y gestión en procesos administrativos sancionatorios y en las audiencias que en el marco de las mismas se llevan a cabo.</p> <p>Abogada de la Pontificia Universidad Javeriana, universidad donde cursó la Especialización en Derecho Administrativo.</p>
Abogado Asesor Internacional	Alfredo Fernández	<p>Asesorar en la estructuración legal del Proyecto, aportando su conocimiento y experiencia en el desarrollo de</p>	<p>Alfredo Fernández Rancaño es el socio responsable del departamento de Derecho Administrativo, Urbanístico y Medio Ambiente de Garrigues. A lo largo de su</p>



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF (Vol. 1 de 5)

		<p>proyectos internacionales de infraestructuras.</p> <p>Participar en las reuniones del equipo legal, especialmente en aquellas relacionadas con el análisis de experiencias internacionales.</p> <p>Participar en las reuniones del equipo legal, especialmente en aquellas relacionadas con la definición de la estructura de la transacción.</p>	<p>dilatada carrera, ha adquirido un amplio y profundo conocimiento en diversos y variados aspectos relacionados con el Derecho Administrativo y Urbanístico, siendo experto, entre otras, la Primera Línea del Metro de Bogotá, ampliación de la Línea 8 del Metro de Madrid, Metro Ligero de Madrid, entre otras.</p> <p>Licenciado en Derecho y Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad Pontificia de Comillas.</p>
Abogado Asesor en Derecho Tributario	Andrés Hernández	<p>Asesorar en la estructuración legal del Proyecto, aportando su conocimiento y experiencia en materia tributaria en el desarrollo de proyectos de infraestructura.</p> <p>Absolver consultas tributarias y fiscales.</p> <p>Participar en las reuniones del equipo legal, y coordinar al equipo dedicado a la atención de aspectos tributarios de la estructuración del Proyecto.</p> <p>Realizar la revisión de todos los conceptos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato, de contenido tributario.</p>	<p>Asesora a compañías locales y extranjeras en el diseño e implementación de todo tipo de estructuras de inversión en Colombia y en el exterior. Igualmente, participa activamente en la negociación de contratos, fusiones, adquisiciones y demás acuerdos comerciales, en relación con sus efectos tributarios y alternativas de optimización fiscal. Asesora permanentemente a compañías locales y extranjeras en relación con los efectos tributarios del desarrollo de sus negocios.</p> <p>Abogado de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, cuenta con una especialización en Derecho Administrativo del Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario y una maestría (LL.M.) en Tributación Internacional de la Universidad de Nueva York.</p>
Abogado Asesor en Derecho Ambiental	Guillermo Tejeiro	<p>Asesorar en los aspectos jurídicos relacionados con aspectos ambientales y sociales del Proyecto.</p> <p>Participar en las reuniones del equipo legal, y coordinar al equipo dedicado a la atención de aspectos ambientales y sociales del Proyecto.</p> <p>Interacción con las demás autoridades ambientales que tengan injerencia en el proyecto (i.e. Secretaría Distrital de Ambiente).</p> <p>Realizar la revisión de todos los conceptos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato, relacionados con los aspectos ambientales y sociales del Proyecto.</p>	<p>Cuenta con más de 15 años de experiencia como asesor legal, investigador y conferencista en asuntos relacionados con el derecho ambiental, el derecho de las energías renovables y la sostenibilidad. Ha ocupado puestos en ONGs, institutos de investigación y firmas de abogados en Europa y América Latina. Es abogado y Magíster en Derecho de la Universidad de los Andes (Colombia), Magíster en Derecho Ambiental y Energético (K.U Leuven, Bélgica), Especialista en Derecho Ambiental (UFRGS, Brasil) y Especialista en Regulación de Energía Eléctrica y Gas (Externado de Colombia).</p>
Abogados Especialistas en Estructuración	Julián Esteban Lozano	<p>En conjunto con el Especialista en Estructuración, participar en la asesoría de los aspectos jurídicos relacionados con la estructuración de</p>	<p>Cuenta con experiencia en asesorías a entidades públicas y empresas privadas en contratación estatal y en estructuración de proyectos de infraestructura bajo</p>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

		<p>proyectos, específicamente en la elaboración de los pliegos de condiciones y minutas de contratos a las que haya lugar. Elaboración de conceptos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato relacionados con la estructura de la transacción del Proyecto.</p>	<p>esquemas de colaboración público-privada. Abogado de la Universidad del Rosario con especialización en Derecho Contractual de la misma Universidad.</p>
	Juan Manuel Ospina		<p>Ha asesorado a clientes en la financiación de proyectos de infraestructura, que principalmente corresponden a los proyectos de la cuarta generación de concesiones viales. Adicionalmente, hizo parte del equipo estructurador de la Primera Línea del Metro de Bogotá; y ha participado en la validación de proyectos de infraestructura bajo el esquema de asociación público privada. Abogado de la Pontificia Universidad Javeriana con especialización en Derecho Administrativo de la misma Universidad.</p>
Abogados Especialistas en Contratación Pública	Julián Parra	<p>En conjunto con el Asesor en Contratación Pública, participar en la asesoría de los aspectos jurídicos relacionados con el derecho administrativo y contratación pública, necesarios para la estructuración del Proyecto. Elaboración de conceptos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato, relacionados con el derecho administrativo y contratación pública.</p>	<p>Ha participado en asesorías prestadas a entidades públicas y mixtas con distintos regímenes de contratación y en consultorías con el Departamento Nacional de Planeación y otras entidades. Así mismo, ha asesorado compañías multinacionales en su participación y/o estructuración de Asociaciones Público-Privadas (APP) para desarrollar proyectos viales, de transporte masivo e infraestructura social en Colombia. Abogado del Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, Magíster en Derecho Administrativo de la misma Universidad y en 2014 obtuvo el título de Especialista en Contratación Estatal y su Gestión en la misma Universidad. Posteriormente, en 2017 completó su maestría internacional MSc in Public Policy and Administration en London School of Economics and Political Science – LSE.</p>
	Rafael Cifuentes		<p>Ha asesorado a varias compañías multinacionales en diversos aspectos legales relacionados con concesiones de carreteras, concesiones para la provisión y operación de flota para la prestación del servicio público de transporte de pasajeros, concesiones para prestación del servicio público de transporte férreo de pasajeros en distintas ciudades de Colombia, concesiones portuarias y la adquisición de los activos y participación accionaria en dichos proyectos.</p>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

			<p>Abogado de la Pontificia Universidad Javeriana y Especialista en Derecho Administrativo de la misma Universidad. Además, completó con éxito el curso Asociaciones Público Privadas: Implementando Soluciones en Latinoamérica y el Caribe dictado por el Banco Interamericano de Desarrollo. Antes de ingresar a la firma, Rafael estuvo vinculado a la Sección Tercera del Consejo de Estado.</p>
Abogados Expertos en Financiación de Proyectos	César Rodríguez	<p>Asesorar en los aspectos jurídicos relacionados con la financiación del Proyecto, incluyendo el análisis de las condiciones de bancabilidad que deberá tener el contrato del Proyecto. Participar en las reuniones del equipo legal, y coordinar al equipo dedicado a la atención de aspectos de financiación del Proyecto. Interacción con el Ministerio de Hacienda y Crédito Público y la Secretaría de Hacienda Distrital. Realizar la revisión de todos los conceptos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato, relacionados con los aspectos de financiación y bancabilidad del Proyecto.</p>	<p>Ha trabajado en empresas multinacionales del sector petróleo y consultoría, asimismo, ha participado en la estructuración de créditos, en la asesoría jurídica para proyectos de infraestructura y en la estructuración y negociación de la financiación de diversos tipos de proyectos. Adicionalmente, ha participado en transacciones relacionadas con la financiación de adquisiciones de compañías y la financiación de proyectos de infraestructura de entidades locales y extranjeras. Abogado de la Facultad de Derecho de la Universidad de los Andes. Especialista en Legislación Financiera de la misma Universidad y especialista en Derecho Procesal Civil de la Universidad Externado de Colombia. Posteriormente realizó su LL.M en Derecho de los Negocios Internacionales en la Universidad de Liverpool (Inglaterra).</p>
	Francisco Noguera		<p>Ha participado en transacciones de financiación de proyectos de infraestructura vial de 4G, así como en la estructuración de transacciones de <i>project finance</i> en relación con otro tipo de infraestructuras, incluyendo puertos, aeropuertos, telecomunicaciones, petróleo, gas, agricultura y activos energéticos. Francisco es abogado de la Universidad Javeriana (Colombia) y tiene una especialización en mercado de capitales de la misma universidad.</p>
Abogados Expertos en Derecho Inmobiliario	Melissa Castro	<p>Asesorar en los aspectos jurídicos relacionados con los asuntos inmobiliarios y urbanísticos del Proyecto. Participar en las reuniones del equipo legal, y coordinar al equipo dedicado a</p>	<p>Cuenta con experiencia en la asesoría de empresas privadas, entidades públicas y gremios en la estructuración jurídica de proyectos y contratos inmobiliarios, asesoría en los componentes predial y de tierras de proyectos de infraestructura, y</p>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

		la atención de aspectos inmobiliarios y urbanísticos del Proyecto. Realizar la revisión de todos los conceptos, informes y demás documentos que se desarrollen durante la ejecución del Contrato, relacionados con los aspectos inmobiliarios y urbanísticos del Proyecto.	en la elaboración de estudios de norma urbana e instrumentos de planificación y gestión de suelos. Abogada de la Universidad Santo Tomás, con especialización en derecho administrativo de la Universidad del Rosario y Candidata a Magíster en Derecho Económico de la Universidad Externado de Colombia.
	Francisco Uribe		Asesora a clientes nacionales e internacionales en asuntos inmobiliarios y urbanísticos relacionados con el negocio turístico y hotelero, operaciones urbanas, fideicomisos de inversión inmobiliaria, centros de negocios, proyectos de agronegocios y en general negociaciones complejas en el mercado inmobiliario. Abogado de la Pontificia Universidad Javeriana, cuenta con un posgrado en Derecho Urbano de la Universidad del Rosario y un LL.M de Georgetown University

#### 4.1.4. Relacionamiento externo de la Asesoría

Los Directores serán los principales interlocutores con las partes interesadas. Estarán en contacto permanente con aquel para asegurar un seguimiento cercano de las actividades y un compartimiento diario de los avances y de las principales dificultades encontradas en el desarrollo de los servicios.

Además de los Directores, la Asesoría movilizará a los demás profesionales del equipo de trabajo que se requieran para reuniones e intercambios con la Interventoría y demás partes interesadas, incluyendo a EMB como entidad gestora del Proyecto, cada vez que el desarrollo o el proceso de revisión de los distintos productos lo requiera.

#### 4.1.5. Conformación del equipo de trabajo

Se presenta a continuación el equipo completo que la Asesoría tiene previsto para la ejecución de su servicio:

Tabla 26. Equipo de la Asesoría

Cargo	Nombre	Empresa de pertenencia	Ubicación
<b>Personal profesional principal</b>			
Director General de la Estructuración	Juan Manuel Martínez	BONUS	Bogotá
Director Técnico	Oscar Ricardo Veliz	SYSTRA	Bogotá

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

Director Legal	Carlos Lázaro Umaña	BRIGARD & URRUTIA	Bogotá
Director Financiero	Fernando Faria	KPMG	Lisboa / Rio de Janeiro
Coordinador Técnico	Fabio Alexander Sanchez	INGETEC	Bogotá
Coordinador Financiero	Emmanuel Cáceres	BONUS	Bogotá
Coordinador Legal	Iván Mauricio Fierro	GARRIGUES	Bogotá
<b>Especialistas principales</b>			
Coordinador local componente social	Jacqueline Parra Vera	INGETEC	Bogotá
Especialista en arquitectura	Diana Margarita Figueredo	INGETEC	Bogotá
Especialista ambiental	Astrid Romary Saenz	INGETEC	Bogotá
Especialista en diseño geométrico de vías férreas	Ettore Bottura	SYSTRA	Sao Paulo
Especialista en alimentación eléctrica sistemas tipo metro	Conrad Ziebold	SYSTRA	Paris
Especialista en construcción de metros	Paulo Belisario	SYSTRA	Sao Paulo
Especialista en material rodante sistemas tipo metro	Luciano Consoli	SYSTRA	Paris
Especialista en superestructura de vía férrea sistemas tipo metro	Pedro Stech	SYSTRA	Sao Paulo
Especialista en patios y talleres sistemas tipo metro	Mery Delgado	SYSTRA	Paris
Especialista en sistemas de comunicación	Felipe Silva	SYSTRA	Santiago de Chile
Especialista en sistemas de señalización y control de trenes	Nour-Eddine Didi	SYSTRA	Santiago de Chile
Especialista en gestión RAMS	Alain Monti	SYSTRA	Paris
Especialista en sistemas electromecánicos férreos y coordinación de interfaces	Nour-Eddine Didi	SYSTRA	Santiago de Chile
Especialista en operación de sistemas férreos	Christian Larzul	SYSTRA	Paris
Especialista en geotecnia	Camilo Marulanda	INGETEC	Bogotá
Especialista en túneles	Giancarlo Perri	INGETEC	Bogotá
Especialista en modelación financiera	Santiago Gómez	BONUS	Bogotá
Profesional especializado en finanzas	Maria Alejandra González	BONUS	Bogotá
Especialista legal en estructuración	Juan Pablo Canaval	BRIGARD & URRUTIA	Bogotá
Experto local en presupuesto y finanzas públicas	David Villalba	KPMG	Bogotá
Abogado asesor en contratación pública	Adriana María Espinosa	GARRIGUES	Bogotá
<b>Equipo profesional adicional</b>			
Especialista local en diseño urbanismo	Daniel Leyton	INGETEC	Bogotá

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

Especialista local en planeación urbana	Camilo Santamaría	INGETEC	Bogotá
Especialista predial	Fabian Ernesto Acuña	INGETEC	Bogotá
Especialista en diseño geométrico de vías vehiculares	Julio Enrique González	INGETEC	Bogotá
Especialista en estructuras	Alfredo Queiroz	SYSTRA	Sao Paulo
Especialista local en redes húmedas	Diana María Cucunuba	INGETEC	Bogotá
Especialista local en redes secas	Jairo Antonio Aranguren	INGETEC	Bogotá
Especialista local en presupuestos y especificaciones	Zoreth Augusto Parra	INGETEC	Bogotá
Especialista local en geotecnia vial y pavimentos	Edwin Leon Mahecha	INGETEC	Bogotá
Especialista en BIM	Gonzalo Rodríguez	INGETEC	Bogotá
Especialista en tránsito	Gloria Eunice Baez	INGETEC	Bogotá
Experta riesgos proyectos de infraestructura	Shirley Mardonez	KPMG	Bogotá
Experto en Modelos de Negocio	Mario Peláez	KPMG	Bogotá
Abogado Asesor internacional	Amalia Hernández	GARRIGUES	Bogotá
Abogado experto local en derecho tributario colombiano	Andrés Hernández	BRIGARD & URRUTIA	Bogotá
Abogado experto en derecho ambiental colombiano	Gillermo Tejeiro	BRIGARD & URRUTIA	Bogotá
<b>Equipo profesional adicional (expertos adicionales propuestos para llevar a cabo ciertas actividades del alcance de los servicios de Asesoría)</b>			
Especialista en mantenimiento de sistemas férreos	Paulo Nunes	SYSTRA	Paris
Especialista en ventilación y lucha contra incendios	Sureche Vassoudevane	SYSTRA	Paris
Especialista en puertas de andenes	Nour-Eddine Didi	SYSTRA	Santiago de Chile
Especialista en OCC	Laurent Bouresche	SYSTRA	Paris
Abogado Experto en Financiación de Proyectos	Cesar Rodríguez	BRIGARD & URRUTIA	Bogotá
Abogado Experto en Financiación de Proyectos	Francisco Noguera	GARRIGUES	Bogotá
Abogado Experto en Inmobiliario y Urbanístico	Melisa Castro	GARRIGUES	Bogotá
Abogado Experto en Inmobiliario y Urbanístico	Francisco Uribe	BRIGARD & URRUTIA	Bogotá
Abogado Experto en Contratación Estatal y en Derecho Administrativo	Julián Parra	BRIGARD & URRUTIA	Bogotá

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

Abogado Experto en Contratación Estatal y en Derecho Administrativo	Rafael Cifuentes	BRIGARD & URRUTIA	Bogotá
Abogado Experto en Transporte Masivo y en Estructuración de Proyectos	Julián Lozano	GARRIGUES	Bogotá
Abogado Experto en Transporte Masivo y en Estructuración de Proyectos	Juan Manuel Ospina	GARRIGUES	Bogotá
Analista Experto en Estructuración Financiera	Miguel Jiménez	KPMG	Bogotá
Analista Revisión de Modelaje Financiero y Riesgos	Felipe Mejía	KPMG	Bogotá
Profesional Experto en Estructuración Financiera	María Paula Ortiz	BONUS	Bogotá
Analista Experto en Modelaje Financiero	Santiago Jaramillo	BONUS	Bogotá

## 4.2. REUNIONES DE SEGUIMIENTO Y TOMA DE DECISIONES

La Asesoría asistirá, coordinará, participará y realizará las reuniones necesarias para el desarrollo, ejecución y seguimiento de sus actividades. La asistencia a estas reuniones será presencial o virtual. Para tal efecto, y según lo indique FDN, la Asesoría preparará las agendas de reunión y se encargará de distribuir las invitaciones correspondientes (reuniones de avance o de coordinación con FDN, EMB, la Interventoría y/o terceros), previstas para demostrar el progreso de los trabajos y/o resolver de antemano eventuales problemáticas técnicas. Igualmente, la Asesoría elaborará las actas de reunión cuando a estas no asista el Interventor.

La Asesoría participará, entre otras, en las reuniones mencionadas a continuación, a las cuales se invitará a EMB cuando no sean de carácter interno (temas contractuales FDN/Asesoría) y el tema por tratar lo amerite. La pertinencia de invitar o no a EMB a una determinada reunión la decidirá FDN. Es claro, sin embargo, que EMB siempre participará en las reuniones en que sea necesario tomar decisiones sobre el Proyecto. De igual forma, la Asesoría participará en las reuniones a las cuales sea invitada y hagan parte de aquellas que FDN y EMB acordaron en el marco del Contrato Interadministrativo que suscribieron.

### 4.2.1. Reunión de inicio<sup>13</sup>

Dentro de los primeros días de ejecución del Proyecto se organizará la reunión inicial y de lanzamiento de los trabajos a cargo de la Asesoría, durante la cual ésta presentará su Plan de Trabajo y el cronograma, en tanto que recibirá retroalimentación y si es del caso, información existente necesaria (estudios, decisiones pendientes, elección de conclusiones aplicables, etc.), para que se pueda iniciar las tareas de revisión y análisis, y ajustar las actividades que sean necesarias.

---

<sup>13</sup> La reunión de inicio del Contrato Interadministrativo tuvo lugar en abril de 2021.

#### 4.2.2. Reuniones semanales de control de avance de los servicios<sup>14</sup>

En las reuniones semanales de control de avance de los servicios la Asesoría preparará y presentará a FDN/Interventoría y a EMB cuando tenga a bien participar en las mismas, la situación del progreso de las actividades a su cargo y el avance de la preparación de los entregables. Esta evaluación destacará, en un formato intuitivo y visual, los eventos memorables del período vencido, las etapas significativas alcanzadas, los temas para resolver (si los hubiera), los temas resueltos y las actividades anticipadas para el próximo período.

#### 4.2.3. Reuniones de trabajo específicas

En adición a estas reuniones, se organizarán reuniones para abarcar el desarrollo de las actividades, de tal manera que se mantenga un nivel eficiente de compartimiento de las informaciones entre las partes interesadas, que se concierten entre otros los aspectos más condicionantes de la Asesoría y que se agilice el proceso de comunicación entre la Asesoría, FDN, EMB, la Interventoría y terceros.

Estas reuniones serán entre otras las siguientes:

##### 1. Reuniones con la Interventoría

Programaremos reuniones semanales con la Interventoría para revisar el estado del contrato y tratar los temas necesarios en términos de gestiones con entidades, permisos de trabajo de campo, relaciones con la comunidad, estado de la correspondencia contractual y facturación, entre otros. Tales reuniones serán presenciales o virtuales.

##### 2. Reuniones de seguimiento de los entregables

Organizaremos reuniones de seguimiento de los entregables, cada dos semanas con FDN y la Interventoría, para abarcar el desarrollo de los mismos y ajustar su contenido en caso de que sea necesario.

##### 3. Mesas y talleres de trabajo

Se realizarán mesas y talleres de trabajo a lo largo del contrato, que tendrán como propósito el involucramiento de los distintos actores en algunas actividades claves de los servicios de Asesoría. Particularmente, proponemos en principio mesas y talleres específicos asociados con los siguientes elementos condicionantes del servicio:

- Un taller de trabajo cuyo propósito sea la definición y la selección de la mejor opción de conexión entre la PLMB y la L2MB con base en la información disponible y adicional conseguida, y al contenido de los productos desarrollados hasta entonces

---

<sup>14</sup> Según la especificación contractual (Apéndice 1 - Componente Técnico, Numeral 5.1.b, Pg 21, asisten a estas reuniones el Interventor y los funcionarios de la entidad contratante (FDN):

*“b. Reuniones semanales de control de avance de las fases 1, 2 y 3.*

*Estas reuniones contarán con la participación del director designado por parte del Contratista y los diferentes especialistas, de acuerdo con la agenda de la reunión preestablecida. A la misma asistirá el Interventor y los funcionarios de la entidad Contratante”.*



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF (Vol. 1 de 5)

- Un taller de gestión y mitigación de impactos donde se expondrán las oportunidades de mitigación de riesgos en relación con el contenido de los productos (principalmente de infraestructura)
- Un taller de cofinanciación con Ministerio de Transporte, DNP, EMB, FDN y con todas las demás entidades que se requieran en el desarrollo del Proyecto.
- Un taller de revisión con Alcaldía de Bogotá, SDM y SDP del tramo localizado sobre la reserva de la ALO.
- Un taller de revisión con Alcaldía de Bogotá y SDA del tramo localizado sobre el paso del Humedal Juan Amarillo.
- Un taller de revisión con SDP y SDA de localización definitiva de Patio-Taller.

En complemento de los anteriores, el siguiente listado que compagina los talleres de trabajo de carácter indispensable, con el objeto de que se agenden conforme su disponibilidad y la disponibilidad de EMB para atenderlos:

Tabla 27. Talleres complementarios de trabajo propuestos por la Asesoría a EMB para definir aspectos claves del Proyecto

Ítem	Objetivo	Prerrequisitos	Fecha propuesta
Consolidación de la lista de proyectos de infraestructuras conexas por considerar	Determinar y finalizar la lista de proyectos de infraestructura (y proyectos urbanos) que se requerirá para establecer la línea base del proyecto	- Envío al Asesor Técnico de los datos y estudios asociados con estos proyectos y revisión ( <i>EMB y otras entidades</i> ) - Discusión previa entre el Asesor Técnico, FDN y EMB para determinar la importancia de estos proyectos frente al proyecto de L2MB, así como las interfaces que podrían generar	Mediados de octubre 2021
Estrategia preliminar de gestión predial	Definir de manera preliminar el peso del componente predial frente a otros aspectos que irán consolidando el alineamiento del Proyecto	- Análisis de la normativa vigente (Asesoría) - Análisis preliminar de riesgos técnicos asociados al componente subterráneo del proyecto (Asesor Técnico)	Finales de octubre 2021
Alineamiento del proyecto	Consolidar el alineamiento del proyecto frente al conjunto de elementos que lo condicionan	- Revisión detallada del alineamiento de la prefactibilidad y entendimiento de los condicionantes que desembocaron sobre el alineamiento presentado en la misma (Asesor Técnico con FDN, EMB e Interventoría) - Selección del tipo de túnel (Bitubo / Monotubo) - Avanzar las reflexiones sobre la política de gestión predial del proyecto (normativa consideración de riesgos técnicos, arbitrajes, etc.) - Lista definitiva de proyectos de infraestructura por considerar	Principios de noviembre 2021

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

		- Definición por parte del Asesor Técnico de opciones de alineamiento	
Validación de premisas para los componentes de sistemas ferroviarios	Validar las premisas que se utilizarán para el propósito del Entregable 4	- Análisis del carácter duplicable de los objetivos funcionales de la PLMB para la L2MB - Propuesta de premisas de trabajo por parte del Asesor Técnico	Principios de noviembre 2021
Formato del CAPEX	- Definir y validar la estructura del CAPEX que se irá presentando en el Entregable 4 - Precisar cómo se irán presentando los costos indirectos del proyecto	- Propuesta por parte de la Asesoría	Principios de diciembre 2021

#### 4.2.4. Otras reuniones

Nuestro equipo de trabajo, y más precisamente los Directores de Equipo, estarán a disposición de EMB para participar en reuniones con terceros. Estas reuniones podrán ser:

- Reuniones para presentar elementos concretos de los servicios de la Asesoría con terceros
- Reuniones con terceros relacionadas con actividades de comunicación sobre el Proyecto

#### 4.2.5. Comités y relacionamiento interinstitucional

El éxito de los trabajos no solamente residirá en la calidad de los productos desarrollados sino también en la calidad del proceso de apropiación de la información por las autoridades y de comunicación del contenido de los servicios prestados por la Asesoría. El conocimiento y el compartimiento de información harán parte del proceso de construcción y validación de los productos. En ese sentido, se dará importancia fundamental al desarrollo de estas actividades, organizándose dos tipos de comités interinstitucionales, en los cuales EMB tendrá una participación importante como gestor del Proyecto. Estos comités sesionarán con una periodicidad semestral, pero podrán programarse con una frecuencia menor cuando el desarrollo del Proyecto lo requiera y/o FDN o EMB lo soliciten.

- Comités técnicos interinstitucionales: estos comités involucrarán a las distintas autoridades, tanto locales como nacionales, y tendrán como propósito la comunicación de los aspectos claves del Proyecto, la definición de sus puntos críticos, y el suministro de la información requerida para que puedan hacer validaciones con respecto a los principales hitos del servicio. Véanse numerales 3.1.7, 3.2.1, 3.3 y 4.3.2.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

- Comités de gestión social y ambiental: estos comités tendrán como propósito el involucramiento de los terceros en los aspectos de gestión social y ambiental del Proyecto. Se recalca que en un proyecto de esta magnitud, por los impactos que genera sobre los aspectos sociales y ambientales, se requiere establecer relaciones estrechas con las entidades que estarán a cargo de gestionar estos aspectos a lo largo de su implementación.

#### 4.2.6. Reuniones internas de la Asesoría

Además de las reuniones antes mencionadas, se organizarán las siguientes reuniones de carácter interno:

- Reuniones semanales de coordinación entre los directores y coordinadores del equipo de trabajo, para actualizar las actividades por desarrollar y abarcar los aspectos asociados a la coordinación de los cuatro componentes de los servicios
- Reuniones con el comité de expertos de la Asesoría cada dos meses, o según las necesidades del Proyecto
- Reuniones bimensuales de gestión de interfaces del Proyecto bajo el liderazgo del Director General de Estructuración y del Director Técnico, donde se desarrollarán tanto las interfaces entre las cuatro componentes de los servicios como la gestión de las distintas interfaces técnicas (infraestructura y sistemas, y entre subsistemas)

#### 4.2.7. Informe mensual

Un informe mensual de avance de las prestaciones de la Asesoría será entregado a FDN, con la siguiente información:

- Descripción de los trabajos y actividades ejecutados
- Estado del contrato
- Recursos de personal y equipo utilizados
- Balance mensual y acumulado de los gastos reembolsables del Contrato
- Aspectos técnicos, financieros y legales
- Aspectos legales y administrativos del Contrato
- Relación de reuniones llevadas a cabo
- Comentarios y conclusiones

Posteriormente, a partir de la información suministrada por la Asesoría, FDN entregará un informe a EMB con la siguiente estructura definida en el Contrato Interadministrativo No. 136 de 2021:

- 1.1 Número de contrato
- 1.2 Objeto
- 1.3 Descripción general del Proyecto
- 1.4 Metas físicas
- 2.1 Aspectos legales y administrativos
- 3.1 Estado de facturación
  - 3.1.1 Valor fijo del contrato
  - 3.1.2 Gastos reembolsables

- 4.1 Componente técnico
- 4.2 Componente legal
- 4.3 Componente financiero
- 4.4 Componente riesgos
- 4.5 Componente de integración
- 4.6 Estado de entregables
- 4.7 Seguimiento contrato y Plan de Trabajo
  - 4.7.1 *Modificaciones, problemas y soluciones adoptadas, decisiones pendientes*
  - 4.7.2 *Seguimiento cronograma y actividades que afecten la ruta crítica del Proyecto*
- 4.8 Organigrama

#### **4.2.8 Informes quincenales del componente geotécnico y de pavimentos**

La Asesoría presentará informes quincenales de avance de las actividades ejecutadas en el componente geotécnico y de pavimentos, acorde con lo establecido en la ET 10 - Geotecnia y Pavimentos.

### **4.3. PLAN DE GESTIÓN DE INTERFACES INTERNAS**

#### **4.3.1. Mecanismos de coordinación**

Dado el exigente cronograma para sacar adelante el proyecto y la participación de múltiples disciplinas, se requerirá una coordinación robusta y efectiva entre los equipos de producción del diseño en Bogotá y en otros sitios, y los representantes basados en Bogotá, además de una interacción reiterada con FDN/EMB y demás partes interesadas.

El objetivo clave de la misión de coordinación es asegurar que los recursos humanos movilizados estén guiados por los Coordinadores basados en Bogotá, para la comprensión de todos los desafíos específicos del Proyecto y las oportunidades que surjan en su ámbito, además de ser informados en tiempo real de las potenciales modificaciones de orientación en el alcance de la Asesoría.

Así mismo, se dispondrá de personal para la coordinación de la producción técnica multi-sitio para los equipos basados en Bogotá y en otros sitios. Se beneficiará entre otros de la gran experiencia de SYSTRA en la realización de estudios coordinando varios centros de producción de manera simultánea. Los mecanismos que se aplicarán son los siguientes:

- Reuniones entre las distintas disciplinas de manera semanal, con el objetivo de realizar un seguimiento cercano de la producción y de las necesidades de los distintos equipos de manera a anticipar acciones posteriores necesarias y evitar reprocesos
- Realización de talleres de trabajo sobre las interfaces entre las distintas disciplinas/equipos involucrados
- Seguimiento de la incorporación en los entregables de los comentarios y/o observaciones realizadas por FDN / EMB
- Se desarrollará un plan continuo de gestión de riesgos durante el desarrollo de las cuatro fases para evaluar condiciones y cambios que se identifiquen sobre las actividades del Proyecto

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

- Se conformará un equipo para el apoyo del proceso de licitación que mantendrá un vínculo permanente con FDN para el desarrollo de la interacción con los posibles oferentes de manera ágil y oportuna

#### 4.3.2. Relacionamento institucional

Las relaciones con las diferentes entidades del Distrito y de la Nación, así como con las empresas prestadoras de servicios públicos son una de las actividades críticas que deben tenerse en cuenta en los estudios y en la ejecución de los diseños de la L2MB. Se consideran fundamentales para el propósito de los servicios de la Asesoría, las relaciones con el conjunto de entidades tales como la Secretaría Distrital de Planeación (SDP), Secretaría de Movilidad (SDM), Secretaría Distrital de Hacienda (SHD), Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), Departamento Administrativo de Defensa del Espacio Público (DADEP), Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Ministerio de Transporte, Departamento Nacional de Planeación (DNP), Ministerio de Hacienda y Ministerio de Cultura, así como con todas las empresas prestadoras de servicios públicos de redes eléctricas y de telecomunicaciones con infraestructura propia dentro del Proyecto.

#### 4.3.3. Estrategia de comunicación y de seguimiento

Nuestra estrategia estará basada sobre el entendimiento entre actores y sobre la definición de procesos de comunicación fluida. Esta estrategia comprenderá y abarca entre otros lo siguiente:

1. Consenso y validación específica de premisas de trabajo para evitar reprocesos entre EMB, la Alcaldía de Bogotá y la Asesoría durante los comités directivos:
  - Elementos asociados con la configuración final de la L2MB (trazado, número de estaciones, localización del patio-taller)
  - Limitaciones y oportunidades asociadas con los avances de la PLMB
  - Interfaces entre los distintos componentes (técnicos) del Proyecto
2. Utilización de métodos de trabajo y de gestión de proyectos adecuados y eficientes:
  - Gestión de interfaces (ciclo en V del Proyecto)
  - Control de las restricciones del Proyecto en cuanto al CAPEX
3. Un proceso de comunicación fluido:
  - Promoción de talleres de trabajo que permitan lograr la toma de decisiones contando con información clara y suficiente
  - Identificación temprana de dificultades con realización de planes de gestión y/o mitigación
  - Diálogo permanente con la Interventoría y partes interesadas
  - Alertar anticipadamente sobre las problemáticas y los riesgos potenciales
4. Realización de informes de seguimiento de la Asesoría :
  - Informes mensuales para FDN destacando el avance mensual de la Asesoría y los potenciales desvíos en el cronograma (con respecto al Plan de Trabajo)
5. Realización de actas de reuniones para validación y difusión inmediata
6. Herramientas de comunicación:

- Herramientas para reuniones a distancia y con múltiples sitios: Zoom, MS Teams, Skype for business, etc.

#### 4.4. ACTIVIDADES DE COORDINACIÓN Y PLANIFICACIÓN CON LOS ASESORES TÉCNICO, LEGAL, FINANCIERO Y DE RIESGOS

Los desafíos del Proyecto son múltiples. En el marco de esta estructuración integral, los diferentes miembros de la Asesoría desarrollarán sus actividades en sus ámbitos respectivos, con una coordinación eficiente bajo la supervisión del Director de Proyecto en los desarrollos asociados con los cuatro componentes de los servicios.

Conviene precisar que los distintos desafíos técnicos, financieros, legales y de gestión de riesgos están a menudo relacionados entre ellos. De hecho, nuestro entendimiento y nuestra estrategia de producción está basada sobre la consideración y la coordinación eficiente de la multitud de retos identificados.

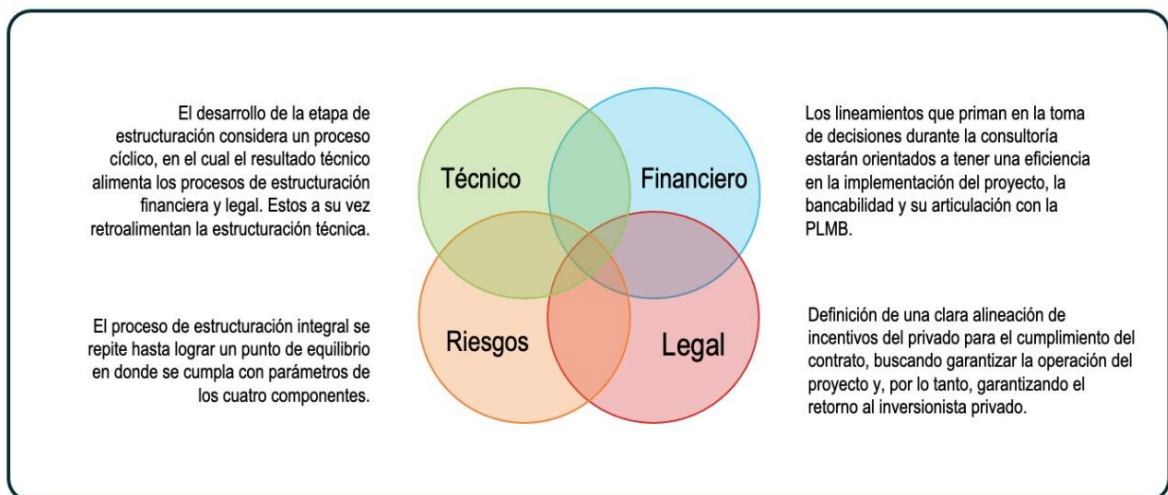


Figura 29. Interrelaciones entre componentes de los servicios de asesoría  
Fuente: Elaboración propia

De esta forma, se establece una lista de desafíos comunes a los distintos componentes que harán parte de nuestro enfoque, destacando principalmente las siguientes sinergias:

##### 4.4.1. Financiero + Riesgos

- Se debe coordinar entre ambos componentes para determinar una asignación de riesgos basada en eficiencia, asegurando mantener un balance de riesgo vs rentabilidad que esté basado en estadísticas.
- Se requerirá de coordinación en dos fases:

- Con base en una matriz de riesgo cualitativa, se realizará un panel de expertos interno y se realizará una valoración inicial de indicadores para incluir en el modelo inicial, buscando una verificación de la asignación inicial de riesgos.
- Posteriormente, se realizará la valoración final de estructuración, que se basará en riesgo técnicos y que será incluida en el modelo financiero del Proyecto con el fin de construir escenarios de riesgo y rentabilidad y rebalancear los riesgos en caso de ser necesario.

#### 4.4.2. Legal + Riesgos

Estos componentes trabajarán en conjunto en el desarrollo de la matriz de riesgos cualitativa, la cual se incluirá en el *Termsheet Preliminar* para fase temprana y el desarrollo de las cláusulas de riesgos y mitigación, y de seguros y pólizas.

#### 4.4.3. Técnico + Riesgos

Se requerirá de coordinación en dos fases:

- Primero, para la evaluación cualitativa de riesgos, se desarrollarán los formularios de percepción de riesgos (Distribución inicial para *Termsheet Preliminar*).
- Segundo, para la valoración de riesgos se deberá colaborar en el desarrollo y coordinación de las diferentes fuentes de información, incluyendo información técnica, estadística y las conclusiones de paneles de expertos.

#### 4.4.4. Técnico + Legal

Se requerirá de coordinación en dos fases:

- En una primera fase temprana se integrará toda la información técnica en el *Termsheet*, se plantean las especificaciones generales y se establecerá el Virtual Data Room (VDR) - Cuarto de datos.
- En una segunda fase, ya de estructuración, se definirán los apéndices técnicos del Proyecto basados en información clara y suficiente y desarrollando una redacción basada en obligaciones e indicadores.

#### 4.4.5. Financiero + Técnico

Se requerirá de coordinación en dos fases:

- En una primera fase preliminar para la construcción del *Termsheet* se trabajará en la construcción del modelo financiero inicial, se definirán los indicadores técnicos para ingeniería conceptual con las cifras iniciales y requerimientos fiscales y se coordinará el ciclo de optimización.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

- En una segunda fase, ya de estructuración, se desarrollará el modelo financiero final con información técnica definitiva y cifras finales, siguiendo el ciclo de optimización definitivo.

#### **4.5. SOLICITUDES DE AUTORIZACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES REMUNERADAS CON GASTOS REEMBOLSABLES**

##### **4.5.1 Acta de cantidades**

La Asesoría preparará un documento tipo Acta de Cantidades, el cual permitirá avanzar efectivamente en la ejecución de las actividades de campo.

Se preparará un plan de ejecución de la totalidad de las actividades remuneradas con gastos reembolsables, que se irá complementando con las actividades necesarias que no estén previstas como ítems, previa justificación y definición del precio con base en el procedimiento establecido en el Contrato. La versión inicial del documento se entregará 60 días después de la fecha del Acta de Inicio del Contrato.

Éste incluirá el presupuesto inicial previsto para estas actividades y se ajustará a lo establecido al respecto en el cronograma detallado de ejecución (incluyendo la previsión de actividades prioritarias para cumplir con el Hito #2).

##### **4.5.2 Gestión ante EMB**

A través de FDN/Interventoría, la Asesoría solicitará el aval de EMB antes de iniciar trabajos o actividades que requieran remunerarse con gastos reembolsables.

Para tal efecto, preparará una solicitud de autorización para proceder, con por lo menos siete (7) días hábiles<sup>15</sup> de anticipación a la fecha de iniciación de las actividades por ejecutar. En la misma indicará:

- Descripción del trabajo por ejecutar
- Fecha y hora de iniciación
- Duración
- Fecha y hora de finalización
- Permisos de trabajo solicitados a las autoridades
- Persona que estará a cargo
- Grupo de trabajo acompañante
- Previsiones de seguridad industrial y ambiental - Protocolo de bioseguridad
- Señalización
- Cantidades de obra estimadas
- Precio unitario referenciado en la lista de cantidades o autorizado por EMB en caso de haber sido necesario incluirlo en la misma por inexistencia del ítem correspondiente
- Costo aproximado

---

<sup>15</sup> Según Anexo 3 - Numeral I-2 del Contrato.



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

En el caso de investigaciones geotécnicas, se incluirá un plano de localización, tipo de exploración y ubicación de cada una de las mismas.

La Asesoría no iniciará estos trabajos hasta no disponer del aval de EMB. Si por alguna circunstancia la actividad se retrasara, ésta lo informará a Interventoría/EMB indicando la fecha reprogramada de ejecución.

Para la Asesoría es claro que bajo ninguna circunstancia la EMB autorizará el inicio de actividades reembolsables que no estén contenidas dentro del Contrato Interadministrativo No. 136 de 2021 o sus modificaciones.

#### **4.6. PROCEDIMIENTO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS QUE PUEDAN PRESENTAR LOS MIEMBROS DEL EQUIPO**

##### **4.6.1. Comportamiento de la Asesoría**

Es política de la Asesoría y de sus integrantes manejarla con integridad y transparencia, de acuerdo con altos estándares éticos y morales. En ese sentido, todas las personas vinculadas a ésta, o a las compañías que lo integran, incluyendo administradores, empleados, colaboradores y contratistas, deberán actuar con la diligencia y lealtad debidas.

La Asesoría y sus integrantes cumplirán con las leyes, normas y regulaciones aplicables a su servicio en Colombia, y siguiendo estándares internacionales. Esta política aplicará sin excepción a todas las operaciones para el desarrollo de la Asesoría y a todos los empleados que hagan parte de la misma.

La Asesoría y sus integrantes no se involucrarán en transacciones comerciales, ni celebrarán ningún tipo de contratos con personas naturales o jurídicas sobre las cuales existan indicios de que están involucradas en actividades ilícitas o tengan un comportamiento social contrario a las leyes aplicables.

Con el fin de protegerse a sí mismo, a la Asesoría y sus integrantes, y a FDN, todo empleado que llegase a saber de una violación o del potencial incumplimiento de cualquier ley, norma o regulación, dentro o fuera de la Asesoría y sus integrantes, tiene la obligación de informar sobre la misma al núcleo directivo de la Asesoría.

##### **4.6.2. Prevención de conflicto de interés**

Durante la ejecución del Contrato, la Asesoría seguirá las siguientes reglas:

1. Para efectos de la estructuración, se entenderá por conflicto de interés la situación en virtud de la cual una persona, natural o jurídica, en razón de su actividad se enfrenta a distintas alternativas de conducta con relación a intereses económicos directos e incompatibles, ninguno de los cuales puede privilegiar en atención a sus obligaciones legales o contractuales.
2. De conformidad con lo señalado en el párrafo precedente, se entenderá que existe conflicto de interés cuando:
  - a) Los sujetos susceptibles de incurrir en conflicto de interés son cónyuge o compañero(a) o tienen relación de parentesco dentro del tercer grado de consanguinidad, segundo de afinidad, único civil con quienes tengan la

- calidad de accionistas, inversionistas o administradores de un potencial interesado en el proceso de selección que se llegue a abrir.
- b) Alguno de los sujetos señalados en el numeral i) de esta subcláusula, tenga cualquier tipo de relación comercial o laboral vigente con un interesado en el Proyecto, siempre que tales relaciones comerciales se encuentren relacionadas con el proceso de selección que se llegue a abrir.
  - c) Alguno de los sujetos señalados en el numeral i) de esta subcláusula, tenga relaciones de carácter comercial con alguno de los asesores de un potencial interesado, siempre que tales relaciones comerciales se encuentren relacionadas con el eventual proceso de selección.
3. En los casos de los literales a, b y c anteriores, el sujeto incurso en conflicto de interés se declarará impedido dentro de los dos (2) Días Hábiles siguientes al conocimiento de la situación considerada como conflicto de interés y, a partir de ese momento, se abstendrá de participar en las actividades que puedan ser afectadas por el conflicto de interés.

#### **4.6.3. Mecanismos de resolución de conflictos de intereses**

En caso de que un empleado de alguna de las empresas que integran la Asesoría llegase a sentirse en una posición de conflicto de interés, deberá reportarlo a un miembro del Comité de Expertos y deberá obtener de él su consentimiento y emprender las acciones correspondientes.

La solución de conflictos de intereses de los representantes de la Asesoría o de cualquiera de sus administradores o miembros de sus comités corresponderá al Comité de Expertos. En caso de que el Comité de Expertos, según sea el caso, lo considere necesario, podrá contratarse a una persona independiente para analizar el objeto del conflicto y con esto dar solución al mismo. El Comité de Expertos determinará la existencia o no de conflictos de intereses que se presenten respecto de una o más operaciones o actividades de la Asesoría. En el caso de conflictos de intereses permanentes, estos serán causales de remoción obligatoria del representante, administrador o miembro de comité afectado, en la medida en que esto imposibilite el ejercicio de su cargo. De esta situación se dejará constancia en el acta respectiva del Comité de Expertos.

La duda respecto de la configuración de actos que comporten conflictos de intereses no exime al representante, administrador o miembro de comité de la obligación de abstenerse de participar en las actividades respectivas.

El Comité de Expertos trabajará de manera constante en la elaboración de mecanismos para facilitar la prevención, regulación y control de conflictos de intereses, identificando las causas y posibles situaciones de conflicto.

### **4.7. RECURSOS LOGÍSTICOS DISPONIBLES PARA EL DESARROLLO DE LA ASESORÍA**

#### **4.7.1. Componente técnico**

Los integrantes de la Asesoría encargados del componente técnico cuentan con una gran variedad de recursos logísticos ya disponibles para el desarrollo del trabajo a su cargo, tal y como se describe a continuación.

El componente técnico dispone de una sede en la ciudad de Bogotá (Carrera 6 No 30 A - 30), dotada con conexión a internet, amplios espacios de trabajo y disponibilidad de diferentes salas de juntas. Adicionalmente, la sede dispone de personal administrativo y logístico para apoyo en el desarrollo de las actividades del Proyecto. El grupo cuenta también con oficinas debidamente habilitadas e integradas en otras localidades: París – Francia, São Paulo – Brasil y Santiago – Chile.

Así mismo, considerando los efectos de la pandemia, el equipo técnico ha adoptado un esquema eficiente de trabajo en casa, con la incorporación de equipo de cómputo y softwares de trabajo en nube y de comunicación que permiten la disponibilidad y el trabajo desde cualquier parte, sin la necesidad de desplazarse hasta las oficinas. Dicho esquema de trabajo satisface las obligaciones relacionadas con seguridad de la información y ciberseguridad definidas en el Contrato 56 de 2021.

Ahora bien, dentro de los recursos logísticos a destacar por parte del equipo técnico, es importante tener en cuenta el acceso y la disponibilidad a diferentes bases de datos en Colombia e internacionales, fruto de la participación de las empresas del componente técnico en destacados proyectos de infraestructura en especial de sistemas metro, que permitirá al equipo técnico presentar soluciones innovadoras y que van de encuentro a los más altos estándares de proyecto.

Se tiene previsto subcontratar las siguientes actividades de carácter técnico:

- Modelación de demanda
- Ensayos ambientales de laboratorio

Las subcontrataciones se realizarán de acuerdo con lo establecido en el contrato.

#### **4.7.2. Componente financiero**

Los integrantes de la Asesoría encargados del desarrollo del componente financiero y de riesgos cuentan con una gran variedad de recursos logísticos ya disponibles para el desarrollo del trabajo a su cargo, tal y como se describe a continuación.

Cada uno de los integrantes de la Asesoría encargados del desarrollo del componente financiero y de riesgos cuentan con una sede en la ciudad de Bogotá (en la Calle 90 No.19C-74 y en la Calle 67 No.7-35); cada una de estas sedes está dotada con conexión a internet, amplios espacios de trabajo y disponibilidad de diferentes salas de juntas. Adicionalmente, se cuenta con oficinas en otras locaciones del país, tales como Barranquilla, Bucaramanga, Cali y Medellín.

Así mismo, considerando los efectos de la pandemia, el equipo financiero ha adoptado un esquema eficiente de trabajo en casa, con la incorporación de equipo de cómputo que permiten la disponibilidad y el trabajo desde cualquier parte, sin la necesidad de desplazarse hasta las oficinas.

Ahora bien, dentro de los recursos logísticos a destacar por parte del equipo financiero, es importante tener en cuenta el acceso y la disponibilidad a diferentes bases de datos en Colombia y el mundo (i.e.: Latinfocus, Cámara Colombiana de Infraestructura, International Project, Finance Association, Capital IQ, The Economist, experiencias previas y redes internacionales KPMG, entre otras.) que le permite al equipo financiero estar al día en los últimos acontecimientos financieros y económicos.

Adicionalmente, los integrantes de la Asesoría encargados de la ejecución del componente financiero hacen parte de grupos y asociaciones que le permiten tener acceso y contacto con experiencias internacionales en todos los rincones del mundo. KPMG cuenta con oficinas corresponsales en más de 140 países, lo que le permite tener conocimiento, respaldo, acceso ágil y eficiente a información y experiencias relevantes para el desarrollo del Proyecto.

Se tiene previsto subcontratar las siguientes actividades de carácter de riesgos y seguros:

- Especialista en riesgos

#### 4.7.3. Componente legal

Los integrantes de la Asesoría encargados del desarrollo del componente legal cuentan con una gran variedad de recursos logísticos ya disponibles para el desarrollo del servicio, tal y como se describe a continuación.

Cada uno de los integrantes de la Asesoría encargados del desarrollo del componente legal cuentan con una sede en la ciudad de Bogotá (en la Calle 70 Bis No.4-41 y en la Calle 92 No.11-51); dichas sedes están dotadas con conexión a internet, amplios espacios de trabajo y disponibilidad de diferentes salas de juntas. Adicionalmente, se cuenta con oficinas en otras locaciones del país, tales como Barranquilla, Cali y Medellín.

Así mismo, considerando los efectos de la pandemia, el equipo legal ha adoptado un esquema eficiente de trabajo en casa, con la incorporación de equipo de cómputo que permiten la disponibilidad y el trabajo desde cualquier parte, sin la necesidad de desplazarse hasta las oficinas.

Ahora bien, dentro de los recursos logísticos por destacar por parte del equipo legal, es importante tener en cuenta el acceso y la disponibilidad a diferentes bases de datos jurídicas en Colombia y el mundo (i.e.: Lex Base, Legis, Notinet, Contratación en Línea, entre otras.), que le permite al equipo legal estar al día en las últimas modificaciones normativas y decisiones jurisprudenciales.

Adicionalmente, los integrantes de la Asesoría encargados de la ejecución del componente legal hacen parte de grupos y asociaciones que le permiten tener acceso y contacto con experiencias internacionales en todos los rincones del mundo. Brigard & Urrutia cuenta con oficinas corresponsales en Londres y Singapur y además hace parte de Lex Mundi, la asociación de firmas independientes de abogados más grande del mundo, lo que le permite tener acceso ágil y eficiente a la información de diferentes jurisdicciones. Por su parte, Garrigues cuenta con presencia en 13 países con disponibilidad de información y experiencia inmediata.

En el componente legal no se tiene previsto ningún subcontrato.

## 5. PLAN DE GESTIÓN DOCUMENTAL

En este aparte se desarrolla el plan que regirá la relación con lo referente a la gestión documental entre la FDN y el Asesor. Dicha gestión se hará con base en sistemas y normas de alto reconocimiento a nivel local e internacional, por lo que cumplen con los principios básicos y universales en el manejo de documentación. Lo anterior sin perjuicio de otras acciones que deberá ejecutar la FDN para efectos de dar cumplimiento al Contrato Interadministrativo.

### 5.1. BASES

Nos basaremos sobre los siguientes preceptos y documentos para desarrollar la estrategia de gestión documental:

- Requisitos del numeral 7.5 - Información documentada, de la Norma 9001.2015
- Principios y herramientas para una colaboración e intercambios en tiempo real
- Manejo documental y flujos de trabajo
- Política de comunicación de la documentación del Proyecto
- Registro de comunicaciones del Proyecto
- Principios de administración de los cuartos de datos para la estructuración
- Requisitos contractuales
- Responsabilidades de los especialistas
- Definición de procesos específicos para el Proyecto (codificación, validación de entregables, compartimiento, etc.)
- Gestión de las entidades involucradas
- Gestión de las interfaces

### 5.2. ACTIVIDADES DE CONTROL

Los documentos y datos se materializarán en medios físicos y/o magnéticos. El mecanismo definido para controlar la distribución de los documentos de origen interno y externo en desarrollo de los servicios conlleva la ejecución de las siguientes actividades:

- Identificación detallada de los documentos que requieren utilizarse, incluyendo leyes, decretos, documentos contractuales, normas y especificaciones.
- Ingreso de los documentos a las unidades compartidas de la Asesoría, ya sea en medio físico y/o digital.
- Preparación y actualización periódica de un listado maestro de los documentos incluidos en las unidades compartidas de la Asesoría.
- Préstamos controlados de los documentos impresos que requieran extraerse temporalmente del centro de documentación del Proyecto.
- Control de documentos obsoletos impresos, mediante identificación física y archivo en lugar restringido, dentro del centro de documentación del Proyecto, o mediante creación de carpetas específicas para almacenamiento de documentos no vigentes (documentos en medio digital).

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

- Actualización del listado maestro de documentos, conforme se generen actualizaciones o nuevas versiones de los documentos.

Todos los documentos asociados a la prestación del servicio se someterán a control, independientemente de que se manejen y/o transfieran en medio físico o digital.

Los documentos que se mantendrán bajo control serán entre otros los siguientes:

- Términos de Referencia / Propuesta / Contrato / Otrosíes
- Ordenes de cambio
- Plan de Trabajo y sus anexos
- Informes
- Entregables
- Correspondencia de origen interno y externo
- Información suministrada por FDN
- Memorandos internos
- Planos
- Actas de reunión
- Listado maestro de documentos
- Registros

### 5.3 INTERACCIÓN CON FDN Y EMB

Conforme a lo expresado en el numeral 1.3 del presente documento:

- No existe vínculo contractual entre EMB y la Asesoría.
- El canal formal de comunicación verbal y escrita entre EMB y la Asesoría será FDN.
- Todos los productos a cargo de la Asesoría serán dados a conocer a EMB a través de FDN, quien posteriormente recibirá de EMB las observaciones que correspondan, o las aprobaciones si son del caso, para transmitirlos a la Asesoría.
- De acuerdo con el subnumeral 10 del numeral 3.3. de la Cláusula Tercera del Contrato Interadministrativo, es obligación de FDN recibir, revisar e integrar los productos entregados por sus asesores<sup>16</sup>.

En consecuencia, la gestión documental de la Asesoría se hará directamente con la Interventoría y FDN, y será FDN quien desarrollará las acciones adicionales y necesarias para cumplir los requisitos que en relación con este tema hayan sido pactados en el Contrato Interadministrativo 136 e indicados en el “Entregable 0”.

### 5.4. CODIFICACIÓN

La codificación de la correspondencia, documentos de gestión, planos, modelos y documentos técnicos se realizará

---

<sup>16</sup> Para propósitos de revisión de los entregables técnicos FDN se apoyará en la Interventoría que contrató.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

utilizando las siguientes estructuras, establecidas a partir de las utilizadas para la PLMB. Sin embargo, dichas estructuras podrán ser objeto de modificación si en el desarrollo de las reuniones de trabajo de metodología y coordinación BIM se considera necesario. Esta será la codificación que se usará en el marco del desarrollo de la relación FDN - Asesoría. La FDN ejecutará las acciones necesarias y adicionales para que la gestión documental sea acorde a lo definido en el Contrato Interadministrativo.

Tabla 28. Codificación de correspondencia

Codificación de Correspondencia					
Campo	Información			Formato	Caracteres
1	Proyecto			XXXX	4
2	Originador			XXX	3
3A	Tipo de Correspondencia	C	Comunicación	X	1
		Q	Peticiones, quejas, reclamos, denuncias y solicitudes		
		R	Facturación		
		M	Memorandos Internos		
3B	Clase	E	Enviada	X	1
		R	Recibida		
		I	Interna		
4	Año			##	2
5	Consecutivo			####	4
Separación entre campos	1 - 2 - 3A3B - 5 - 6				
	XXXX - XXX - XX - XX - ####				
Ejemplo	L2MB-MOV-CE-21-0001				

Tabla 29. Codificación de Documentos de Gestión

Codificación de Documentos de Gestión			
Campo	Información	Formato	Caracteres
1	Proyecto	XXXX	4

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

2	Originador	XXX	3
3	Disciplina / Área de Gestión (Según códigos de la Tabla 12 del Anexo 2 - Lineamientos del BEP)	XXX	3
4	Tipo de Documento	XX	2
5	Consecutivo	####	4
6	Versión	V##	3
Separación entre campos	1 - 2 - 3 - 4 - 5 _ 6		
	XXXX - XXX - XXX - XX - #### _ V##		
Ejemplo	L2MB-MOV-GAL-DR-0001_V01		

Tabla 30. Codificación de planos, modelos y documentos técnicos

Codificación de Planos, Modelos y Documentos Técnicos			
Campo	Información	Formato	N° De Carácteres
1	Proyecto	XXXX	4
2A	Sistema/ Componente	##	2
2B	Subsistema / Subcomponente	##	2
3	Ubicación	###	3
4	Originador	XXX	3
5	Etapas y Fases de Desarrollo	XX	2
6	Disciplina / Área de Gestión	XXX	3
7	Tipo de Documento	XX	2
8	Consecutivo	####	4
9	Versión	V##	3
Separación entre campos	1 - 2A2B - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 _ 9		
	XXXX - #### - ### - XXX - XX - XXX - XX - #### _ V##		
Ejemplo	L2MB-1010-000-MOV-DP-ARQ-PL-0001_V01		

#### 5.4.1 Diligenciamiento de los campos para la codificación



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

Para diligenciar cada campo correctamente, a continuación se describe cada campo y sus opciones:

1. Proyecto: Se utilizará el código alfanumérico del proyecto que deberá permanecer constante como "L2MB".
2. Sistema y Subsistema: Son dos números para sistema seguidos de otros dos números para subsistema.

Tabla 31. Nomenclatura de sistemas y subsistemas  
Fuente: Unión Temporal MOVIUS

Sistema		Subsistema		Sistema		Subsistema	
N°	Descripción	N°	Descripción	N°	Descripción	N°	Descripción
00	Generales	00	Generales	31	Material Rodante-Pasajeros	42	Convertidor Batería-Batería
10	Obras Civiles-Sistema Metro	00	Generales			43	Convertidor Batería-Illuminación interior y exterior
11	Estructuras de viaducto	00	Generales			44	Convertidor Batería-Ventilación
		10	Estructura - Cimentaciones: pilotes y dado			50	Sistema de Puertas
		20	Columna (pila)			51	Puertas- Mecanismo de accionamiento
		30	Capitel			52	Puertas-accionamiento eléctrico
		40	Pórticos			53	Puertas-Mecanismo de suspensión
		50	Estructura - Tablero (viga U plataforma estándar)			54	Puertas-Unidad de control de puertas
		60	Elementos (dovelas)			60	Sistema de Frenos
		70	Acabados viaducto			61	Frenos- Equipo de freno montado en Bogie
80	Arquitectura viaducto	62	Frenos- Equipo antideslizamiento				

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

		91	Instalaciones descargas aguas lluvias viaducto			63	Frenos- Equipos de suspensión neumática
		92	Instalaciones iluminación viaducto			64	Frenos- Equipo de acoplamiento
12	Nave central de estaciones metro	00	Generales			65	Frenos- Mando y control
		10	Estructura - Cimentaciones			70	Sistemas Auxiliares
		20	Estructura - Columna (pila)			71	Auxiliares-Sistema de engrase de pestañas
		30	Losas			72	Auxiliares-Equipos auxiliar de cabina
		40	Vigas			73	Aire comprimido
		50	Estructura metálica			74	Enganche
		60	Acabados			75	Detección incendios
		70	Arquitectura estaciones			76	Equipo eléctrico auxiliar
		81	Instalaciones de alumbrado y fuerza			80	Caja
		82	Instalaciones redes hidrosanitarias			81	Estructura caja
		83	Instalaciones aguas lluvias			82	Pupitre de mando
		84	Instalaciones telefonía			83	Interiorismo
		85	Instalaciones de redes de datos			00	Generales
		90	Subestaciones receptoras (SER)			10	Dresina de personal
		97	Elementos de explotación publicitaria			20	Re perfiladora de rieles
				32	Material Rodante- Vehículos auxiliares de mantenimiento		

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

		98	Espacios de explotación comercial			30	Dresina grúa
13	Edificios de Acceso Estación	00	Generales	40	Equipos	00	Generales
		10	Estructuras metálicas	41	Equipos de Patio Taller	00	Generales
		11	Estructuras de cimentación			01	Banco de ensayo cilindros de freno
		12	Muros			02	Banco de ensayo de compresores de aire
		13	Columnas			03	Banco de ensayo de distribuidores
		14	Vigas			04	Banco de ensayo dinámico/estático para bogies
		15	Losas			05	Banco de ensayo magnetoscopio y de ultrasonido
		20	Acabados			06	Banco de ensayo reductores
		30	Arquitectura edificio			07	Banco de ensayo válvulas
		41	Instalaciones de alumbrado y fuerza			08	Banco de medidas geométricas para ejes montados
		42	Instalaciones redes hidrosanitarias			09	Cabina de pintura de bogies
		43	Instalaciones aguas lluvias			10	Cabina de pintura de coches
		44	Instalaciones telefonía			11	Columnas de elevación móviles para trenes de pasajeros
		45	Instalaciones de redes de datos			12	Columnas de elevación sincronizadas

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

		50	Subestaciones receptoras (SER)		13	Equipos de encarrilamiento
		60	Elementos de explotación publicitaria		14	Horno
		70	Espacios de explotación comercial		15	Loco tractor eléctrico Bi-Vial
14	MEP Edificios (Mechanical, Electrical y Plumbing)	00	Generales		16	Máquina de calado/decolado de rodamientos
		10	Escaleras Electromecánicas		17	Máquina de lavado
		20	Ascensores		18	Mesa elevadora (hidráulica) de bogies
		30	Sistema de Ventilación		19	Mesa gira bogies (tornamesas)
		40	Sistema Contraincendios		20	Mesa hidráulica ejes montados
15	Patio Taller	00	Generales		21	Mesa hidráulica en foso
		10	Adecuación del terreno		22	Mesa hidráulica móvil motorizada para bogies
		20	Drenajes		23	Prensa de calado/ extracción de ruedas
		30	Instrumentación		24	Prensas hidráulicas
		40	Edificios		25	Puentes grua-gruas pórtico y semi-pórticos
		41	Estructura edificaciones patio taller		26	Secadora
		42	Arquitectura edificaciones patio taller		27	Sistema autónomo de alimentación (Stinger system)

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

		43	Instalaciones de alumbrado y fuerza			28	Taladradora vertical
		44	Instalaciones redes hidrosanitarias			29	Torno de ejes montados / Ejes simples / Ejes de Foso
		45	Instalaciones aguas lluvias	50	Sistema Metro-Ferrovianos	00	Generales
		46	Instalaciones telefonía			00	Generales
		47	Instalaciones de redes de datos			10	Subestaciones receptoras (SER)
		48	Banco de ductos patio taller			20	Subestación eléctrica de tracción (SET)
		49	Vías Vehiculares			30	Tracción de línea
		50	Urbanismo y paisajismo			40	Sistema de alimentación alta tensión
16	Edificio CCO	00	Generales	51	Alimentación energía eléctrica	50	Sistema de alimentación tracción (CT)
		10	Estructura edificio			60	Centro de transformación de energía (CTE)
		20	Arquitectura edificio			70	Sistema de alimentación baja tensión
		30	Instalaciones edificio			80	Conexión a tierra, equipotencial, protección contra rayo y corrosión
		40	Equipos			90	Compatibilidad electromagnética
20	Obras civiles complementarias	00	Generales	52	Señalización y control de trenes (CBTC)	00	Generales
21	Vías Públicas	00	Generales			10	Equipos Internos de los Controladores de zona de la línea principal

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

		10	Adecuación malla vial - Calzada Mixta			20	Equipos del Puesto de maniobra del Patio Taller
		20	Adecuación malla vial - Calzada BRT			30	Equipos externos de la línea principal y el Patio Taller
		30	Señalización			40	Equipos de supervisión y Control del Centro de Control Operacional (CCO)
		40	Semaforización			50	Equipos de supervisión y Control del Centro Operacional de respaldo (CCOR)
		50	Ciclo ruta			60	Equipos de supervisión y Control del Puesto de Maniobras del Patio Taller (PMPT)
22	Espacio Público	00	Generales	53	Puertas de andén o plataforma (PDAP)	00	Generales
		10	Andenes			10	Aislamiento de las PDAP y prevención de descargas eléctricas
		20	Urbanismo y Paisajismo			20	Prototipo de fábrica
		30	Paradero			30	Equipos de supervisión y control
		40	Mobiliario			00	Generales
		50	Alumbrado Público			05	Sistema de red multiservicios (RMS)
23	Estaciones del Sistema Transmilenio (BRT)	00	Generales	54	Telecomunicaciones	10	Cronometría
		10	Retiro estaciones BRT			15	Sistema de gestión de operación
		20	Estructura estaciones Transmilenio			20	Sistema de telefonía/interfonía (TEL/INTER)

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

		30	Arquitectura estaciones Transmilenio			25	Sistema de grabación de voz
		40	Instalaciones estaciones Transmilenio			30	Sistema de red de banda ancha (RBA)
		50	Barreras Control de acceso			35	Sistema de información a pasajeros (SIP)
		60	Puertas de andén			40	Sistema de difusión de publicidad (DDP)
24	Otras Estructuras	00	Generales	55	Radiocomunicaciones	45	Sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV)
		10	Puente Vehicular			50	Sistema de anuncio al pasajero (SAP)
		20	Puente Peatonal			55	Sistema de control de acceso y alarmas (SCA)
		30	Deprimido			60	Sistema de comunicaciones IHM
		40	Glorieta			00	Generales
		50	Ciclo puente			10	Equipos internos de la línea y el Patio Taller
25	Desvíos	00	Generales	56	Peaje / Control de Acceso	20	Equipos externos incluido Patio Taller
		10	Adecuación y reparación desvíos			00	Generales
		20	Intersecciones especiales			10	Arquitectura general del sistema de recaudo
30	Material Rodante	00	Generales			20	Barreras de control de acceso (BCA)
31	Material Rodante-Pasajeros	00	Generales			30	Equipos de validación
		10	Sistema de Tracción	57		00	Generales

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

	11	Tracción- Convertidor de tracción			10	Tablero de control óptico (TCO)
	12	Tracción- Motor de Tracción		Control y Supervisión (SCS)	20	Sistema SCADA
	13	Tracción-Mando y control			30	Equipos de telecontrol, RSU, RTU y PLC
	14	Tracción-Simulación - cálculo prestaciones de tracción frenado			00	Generales
	20	Sistema de Mando y Control del Tren	58	Estructuras de vías férreas	10	Superestructura vía férrea
	21	Mando y Control- Arquitectura			20	Cambiavía
	22	Mando y Control- Registrador de Eventos			30	Tercer riel
	23	Telecomunicaciones- Red de comunicaciones embarcada	60	Redes de Servicios Públicos	00	Generales
	24	Telecomunicaciones- Radio (RBA) y Radio Tetra			00	Generales
	25	Telecomunicaciones- Mando y Control			10	Acueducto y alcantarillado
	26	Información pasajeros			20	Redes y torres eléctricas
	27	Señalización y control de tren (CBTC)- Equipos de tren	61	Traslado Anticipado de Redes de Servicios Públicos (TAR)	30	Redes de gas
	28	Señalización y control de tren (CBTC)-Mando y control			40	Redes de telecomunicaciones
	30	Sistema de Bogie			50	Redes de fibra óptica



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

		31	Bogie- Bastidor	62	Traslado de Redes de Servicios Públicos (Concesionario)	00	Generales
		32	Bogie-Ejes			10	Acueducto y alcantarillado
		33	Bogie-Suspensión			20	Redes y torres eléctricas
		34	Bogie-Montaje equipos			30	Redes de gas
		40	40 Sistema Convertidor Bateria			40	Redes de telecomunicaciones
		41	Convertidor Bateria- Convertidor estático			50	Redes de fibra óptica
				70	Predial	00	Generales

3. Ubicación: Tres números según la siguiente información:

Tabla 32. Nomenclatura de ubicación  
Fuente: Unión Temporal MOVIUS

Código	Descripción Ubicación	Código	Descripción Ubicación
<b>000</b>	<b>General</b>	403	Edificios acceso -Estación 3
<b>100</b>	<b>Patio Taller</b>	404	Edificios acceso -Estación 4
<b>200</b>	<b>Interestaciones</b>	405	Edificios acceso -Estación 5
<b>300</b>	<b>Estaciones</b>	406	Edificios acceso -Estación 6
301	Estación 1 - (E1) - Carrera 11	407	Edificios acceso -Estación 7
302	Estación 2 - (E2) - Carrera 14 / Caracas	408	Edificios acceso -Estación 8
303	Estación 3 - (E3) - Carrera 30	409	Edificios acceso -Estación 9
304	Estación 4 - (E4) - Carrera 68	410	Edificios acceso -Estación 10
305	Estación 5 - (E5) - Av. Boyacá	411	Edificios acceso -Estación 11
306	Estación 6 - (E6) - Av. Ciudad de Cali	450	Edificio CCO (Centro de Control de Operaciones)
307	Estación 7 - (E7) - Calle 90	<b>500</b>	<b>Otras estructuras</b>
308	Estación 8 - (E8) - Calle 127	<b>600</b>	<b>Trenes (1 al 10)</b>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

309	Estación 9 - (E9) - Carrera 118	700	Trenes (11 al 20)
310	Estación 10 - (E10) - Calle 143A	800	Trenes (21 al 30)
311	Estación 11 - (E11)-Calle 145	900	Otras
400	Edificios		
401	Edificios acceso -Estación 1		
402	Edificios acceso -Estación 2		

4. Origenador: Se utilizará como constante la Empresa Metro De Bogotá "MOV".
5. Etapas y fases de desarrollo: Se utilizará como constante Factibilidad "DP".
6. Disciplina: Tres dígitos que describen la disciplina.

Tabla 33. Identificación de disciplinas  
Fuente: Unión Temporal MOVIUS

ID	Disciplina	ID	Disciplina
ACU	Acueducto	TRN	Tránsito
ALC	Alcantarillado	URP	Urbanismo y paisajismo
ALP	Alumbrado Público	AMB	Gestión Medio Ambiental
ARQ	Arquitectura	CAL	Gestión de la Calidad
CIV	Civil	COM	Gestión de Comunicaciones
RAM	Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (RAMS)	CON	Construcción
BIM	Coordinación BIM	CPF	Gestión de Costos (Costos, Presupuesto y Finanzas)
CDE	Corrientes débiles	CYS	Gestión de Control y Seguimiento
DIG	Diseño Geométrico	DOC	Gestión Documental
ELB	Eléctrica Baja Tensión	DPY	Dirección de Proyecto
ELM	Eléctrica Media Tensión	GAA	Gestión de Adquisiciones y Aprovisionamiento
ELA	Eléctrica Alta Tensión	GAC	Gestión del Alcance
EST	Estructuras	GAL	Gestión Administrativa y logística
FIB	Fibra Óptica	GAP	Gerencia Administrativa del Proyecto
GEN	General	GCC	Gestión de Control de Cambios
GEO	Geotecnia	GCL	Gestión Contractual y legal

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

<b>HID</b>	Hidráulica	<b>GCR</b>	Gestión del Cronograma
<b>INS</b>	Instrumentación, control y comunicaciones	<b>GGP</b>	Gerencia Gestión del Proyecto
<b>INT</b>	Interiorismo trenes	<b>GIN</b>	Gestión de Interesados
<b>MAB</b>	Marcha blanca	<b>GIP</b>	Gestión de la Integración del Proyecto
<b>MEC</b>	Mecánica	<b>GRI</b>	Gestión de Riesgos
<b>MER</b>	Mecánica y sistemas material rodante	<b>GTC</b>	Gestión de la Transferencia de Conocimiento
<b>MTC</b>	Métodos constructivos	<b>GTH</b>	Gestión de Talento Humano
<b>PAV</b>	Pavimentos	<b>GTP</b>	Gerencia Técnica del Proyecto
<b>PDE</b>	Pruebas de desempeño	<b>ING</b>	Ingeniería (Estudios, Diseños, Ingeniería)
<b>PIN</b>	Pruebas de Integración	<b>OYM</b>	Operación y Mantenimiento
<b>PFA</b>	Pruebas en fábrica	<b>PIE</b>	Pruebas, Inspección y Ensayos
<b>PSE</b>	Pruebas en serie	<b>PQR</b>	Gestión de PQR
<b>PSI</b>	Pruebas en sitio	<b>PRE</b>	Gestión Predial
<b>PTI</b>	Pruebas tipo	<b>SOC</b>	Gestión Social
<b>SVI</b>	Seguridad Vial	<b>SST</b>	Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo
<b>TEL</b>	Telefonía	<b>TAR</b>	Traslado Anticipado de Redes
<b>TOP</b>	Topografía	<b>TDI</b>	Gestión de Tecnología de la Información

**Nota de tabla:** En caso de requerir especificar una disciplina adicional se debe solicitar al BIM Manager del Proyecto por medio del correo para gestionar la adición de la sigla correspondiente, las disciplinas están en concordancia con las utilizadas en la PLMB por lo que puede que algunas no sean utilizadas para efectos de modelado y serán omitidas para algunos modelos.

7. Tipo de Documento: Dos dígitos que describen el tipo de archivo entregado.

Tabla 34. Nomenclatura de Tipo de documento  
Fuente: Unión Temporal MOVIUS

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
<b>AC</b>	Acta Cierre de Etapa	<b>IN</b>	Informe
<b>AE</b>	Acta de Reinicio	<b>IS</b>	Isométrico
<b>AF</b>	Acta de Finalización	<b>IT</b>	Instructivo o Guía
<b>AI</b>	Acta de Inicio	<b>LA</b>	Lecciones aprendidas

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

<b>AL</b>	Acta de liquidación	<b>LI</b>	Listado
<b>AM</b>	Ayuda Memoria	<b>MA</b>	Manual
<b>AO</b>	Acta Entrega a Operación	<b>MC</b>	Memoria de Cálculo
<b>AP</b>	Acta de Pago	<b>MI</b>	Memorando Interno
<b>AR</b>	Acta de Reunión	<b>MO</b>	Modelo 3D o Render
<b>AS</b>	Acta de Suspensión	<b>MT</b>	Matriz
<b>AT</b>	Acta de Entrega de Predio	<b>NM</b>	Norma
<b>AU</b>	Avalúo	<b>OC</b>	Orden de Compra
<b>AV</b>	Acta de Reversión	<b>OF</b>	Oferta
<b>CA</b>	Catálogo	<b>OR</b>	Organigrama
<b>CC</b>	Costos y Presupuestos	<b>OS</b>	Orden de Servicio
<b>CD</b>	Criterio de Diseño	<b>PC</b>	Protocolo
<b>CE</b>	Comunicación Enviada	<b>PG</b>	Programación
<b>CF</b>	Certificado	<b>PL</b>	Plano
<b>CG</b>	Cronograma	<b>PN</b>	Plan o Programa
<b>CO</b>	Cantidades de Obra	<b>PO</b>	Póliza
<b>CP</b>	Caracterización Proceso	<b>PR</b>	Procedimiento o Metodología
<b>CR</b>	Comunicación Recibida	<b>PS</b>	Presentación
<b>CT</b>	Contrato	<b>PT</b>	Política
<b>CZ</b>	Cotización	<b>PV</b>	Promesa de Compraventa
<b>DG</b>	Documento General	<b>QE</b>	Petición, Queja, Reclamo, Denuncia, Solicitud Enviada
<b>DI</b>	Diagrama	<b>QR</b>	Petición, Queja, Reclamo, Denuncia, Solicitud Recibida
<b>DR</b>	Directriz (Lineamientos)	<b>RE</b>	Factura Enviada
<b>EP</b>	Escritura	<b>RQ</b>	Requisición
<b>EQ</b>	Esquema	<b>RR</b>	Factura Recibida
<b>ES</b>	Estudio	<b>SC</b>	Solicitud de Cambio
<b>ET</b>	Especificación Técnica	<b>SW</b>	Software

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

<b>EV</b>	Evaluación	<b>TI</b>	Plano Típico
<b>FG</b>	Fotografía	<b>TQ</b>	Consulta Técnica
<b>FR</b>	Formato	<b>TR</b>	Transmittal
<b>HD</b>	Hoja de Datos	<b>VD</b>	Video
<b>HW</b>	Hardware		

8. Consecutivo: Deberá ser único y generado por cada disciplina
9. Número de versión: Asignado según la revisión vigente del entregable.

#### 5.4.2 Control de las versiones emitidas

Las firmas de revisión y aprobación de los informes, entregables, planos y modelos sólo se registrarán en las versiones finales aprobadas que se remitan a la Interventoría y FDN. No obstante, el Director General de Estructuración informará si excepcionalmente también es necesario registrar tales firmas en planos o documentos que se encuentren en proceso de preparación o revisión.

Las anteriores disposiciones no implican que los documentos emitidos por la Asesoría para aprobación no se elaboren considerando su contenido como definitivo.

Con el fin de armonizar la documentación del Proyecto desde etapas tempranas, la Asesoría desarrollará plantillas documentales (comunicaciones, presentaciones, informes, entre otros), y de planos, esquemas y figuras para validación de Interventoría y EMB.

#### 5.5. APROBACIÓN Y LIBERACIÓN DE LOS DOCUMENTOS Y LOS DATOS

El responsable de aprobar los documentos contractuales a cargo de la Asesoría y de liberarlos una vez dispongan de los respectivos registros de revisión y aprobación, será el Director General de Estructuración. En su ausencia, esta labor será realizada por el Coordinador Técnico o el ingeniero responsable de cada lote de control.

Los documentos elaborados por la Asesoría se transferirán a la Interventoría y FDN mediante unidades compartidas de Google Drive. Por su parte, los planos y modelos se transferirán utilizando la plataforma Autodesk BIM360, según se describe en el Anexo 2 - Lineamientos del BEP.

#### 5.6. CAMBIOS

En los documentos preparados por la Asesoría se incluirán dos plantillas denominadas "*Índice de modificaciones*", una para uso de la Asesoría y de FDN. Así mismo, se incluirán tres plantillas denominadas "*Estado de revisión y aprobación*", cada una de las mismas para revisión y aprobación por parte de personal autorizado de la Asesoría, FDN y EMB. Las plantillas antes mencionadas contienen información sobre vigencia, modificaciones y responsables de la respectiva revisión y aprobación del documento en las diferentes entidades.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

## 5.7. CORRESPONDENCIA CONTRACTUAL

El control de la correspondencia contractual será responsabilidad del Coordinador Técnico, apoyándose en el personal adscrito a su lote de trabajo.

## 5.8. ARCHIVOS MAGNÉTICOS

Los Coordinadores, apoyados por su personal colaborador, serán responsables de controlar los archivos magnéticos que se generen en desarrollo del servicio y de realizar el respectivo seguimiento a los correspondientes *back-ups*.

Se conservará la totalidad de archivos magnéticos generados en relación con los entregables y los demás documentos técnicos, financieros, legales, de riesgos y administrativos que se generen en desarrollo del servicio.

## 5.9. CONTROL DE LOS REGISTROS

Los registros de calidad permitirán evidenciar la conformidad de los requisitos establecidos. Tales registros corresponden al control de los procesos y los productos de acuerdo con las características de calidad de cada una de las actividades definidas para el Contrato y del Sistema de Gestión de Calidad de la Asesoría.

Los Coordinadores, con el apoyo del personal a su cargo, prepararán un listado maestro de registros con el siguiente contenido básico:

- Nombre del registro
- Código de identificación (cuando aplique)
- Lugar de almacenamiento
- Responsable de recolección
- Tiempo de retención
- Disposición final una vez transcurrido el tiempo de conservación previsto

La Asesoría mantendrá actualizado y a disposición de la Interventoría un registro de las comunicaciones del Proyecto, en el cual se indicará su asunto, fecha de remisión, versión (si aplica), tipo de documento, codificación, remitente y destinatario.

Así mismo, canalizará los informes y entregables a través de un sistema de gestión de documentos estructurado en unidades compartidas de Google Drive, y con autorización previa de FDN pondrá a disposición de otras partes interesadas un mecanismo de consulta, evaluación y verificación de su contenido. Para el efecto, mantendrá a su disposición un servidor en el que incluirá copia de todos los documentos del Proyecto, tanto en formato nativo como en formato pdf <sup>17</sup>.

---

<sup>17</sup> El numeral 26 de la Cláusula Sexta del Contrato 56/2021 indica como obligación del Asesor: "*Llevar y mantener el archivo físico y digital de los entregables y los demás documentos que se produzcan en relación con la ejecución del Contrato, el cual*

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

La Asesoría diseñará, proveerá la infraestructura requerida, instalará y pondrá en marcha un centro virtual de procesamiento y almacenamiento de datos "Cuarto de Datos", el cual contendrá toda la información documental, en medio magnético, relevante para los interesados en las licitaciones, y a través del cual se mantengan informados sobre el avance y las novedades del Proyecto.

Lo anterior será complementado por parte de la FDN cuando sea necesario para efectos de armonizar con lo definido en el Contrato Interadministrativo en especial lo referente al "Entregable 0".

### 5.10 GESTIÓN DOCUMENTAL FDN-EMB

FDN mantendrá los archivos de todos los documentos del Proyecto en formato electrónico (digital) y en papel, según sea necesario. Incluyendo la información suministrada por los contratistas.

Se implementará un sistema de control documental de las versiones enviadas y revisadas, así como una codificación que permita tener registro correcto de la trazabilidad de aprobaciones y revisiones. A través de una carpeta compartida en la plataforma virtual (Google Drive) que maneje FDN, se dará acceso al supervisor del contrato por parte de EMB, y a las personas que éste expresamente autorice.

La carpeta compartida que FDN ha dispuesto para tal fin tiene por nombre "Contrato 136\_2021", la cual en su interior está dividida en tres carpetas:

1. Entregables\_FDN: Carpeta en la cual se guardarán todos los entregables que hacen parte del Contrato 136, y en la cual el equipo de FDN tendrá permisos de "Editor" y el equipo de EMB tendrá permisos de "Observador".

Esta carpeta estará dividida a su vez en 26 subcarpetas de acuerdo con los entregables pactados en el contrato, y en ellas se guardarán todas las versiones de los mismos teniendo en cuenta la siguiente codificación:

PLANOS E INFORMES			
L2MB = Línea 2 del Metro de Bogotá		Campo 1	
ETXX = Número del entregable		Campo 2	
LXX = Número del lote de control o de trabajo al que pertenece el entregable		Campo 3	
CUB = Memorias de cubicación		Campo 4	
MCA = Memorias de cálculo			
EFU = Especificaciones funcionales			
ETE = Especificaciones técnicas			
ITE = Informes técnicos			
IFU = Informe funcional			
MP = Manual de procedimiento			
PLA = Plano			
PRE = Presupuesto			
PRO = Programa			

deberá estar a disposición de la FINANCIERA en cualquier momento y entregado a la finalización del Contrato, de acuerdo con lo previsto en el Anexo 4 - Disposiciones Seguridad de la Información, Ciberseguridad y Protección de Datos."

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

PRT = Protocolo			
A = Dirección del Proyecto		Campo 5	
B = Eléctrica			
C = Electrónica			
D = Telecomunicaciones			
E= Arquitectura			
F= Diseño geométrico ferroviario			
G = Geotecnia			
H = Vías, tránsito y transporte			
I = Ambiental			
J = Sistemas			
K = Energía			
L = Topografía			
M = Exploraciones geotécnicas			
N = Social			
O = Telecomunicaciones			
P = Programación y datos			
Q = Estructuras (Hormigón)			
R = Estructuras (Acero)			
S = Urbanismo			
T = Geología			
U = Hidrosanitaria			
V = Mecánica			
W= Multidisciplinaria			
#### = Consecutivo único generado por cada disciplina		Campo 6	
RX= Número de Revisión		Campo 7	
<b>Ejemplos:</b> L2MB-ET01-L01-PLA-G-0001_RA L2MB-ET05-L02-PLA-U-0005_RB L2MB-ET07-L05-PRE-F-0007_R0 L2MB-ET02-L03-ITE-Q-0002_R1			

Las versiones en proceso de revisión se identificarán en el código con letras, según puede observarse en los ejemplos anteriores. Una vez aprobado el documento, se eliminarán los estatus de las versiones internas (A, B, etc.) y solo se registrará la versión 0, 1, 2, etc., que deberá enviarse a EMB.

Las firmas de revisión y aprobación de los documentos sólo se registrarán en las versiones finales (0, 1, 2, etc.) que se envíen a EMB.

2. Información\_secundaria\_EMB\_FDN: Carpeta en la cual se compartirán los insumos e información secundaria necesaria para la ejecución del contrato y en la cual tanto EMB como FDN tendrán permisos de "Editor".

Dicha carpeta se dividió en dos:



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

a. Información\_EMB: Contendrá aquella información de la cual es propietaria la Empresa Metro de Bogotá y que servirá como insumo para la ejecución del contrato.

b. Información\_terceros: Carpeta que contendrá aquella información que sea suministrada por entidades ajenas a EMB. Dentro de esta carpeta se creó un repositorio para guardar, adicionalmente, la correspondencia cruzada con dichas entidades para la consecución de la información.

3. Ayudas de memoria: En esta carpeta se guardarán las ayudas de memoria de los comités técnicos y de las reuniones temáticas que se desarrollen en el marco de la ejecución del contrato. Como se mencionó anteriormente, las ayudas de memoria deberán ser guardadas en este repositorio de información a más tardar dos (2) días hábiles después de cada reunión.

En caso de que alguna de la información que vaya a reposar en el recurso compartido sea considerada como confidencial, ésta deberá ser comprimida en ZIP y contar con una clave robusta y con cifrado en AES256. Las claves de acceso a dicha información deberán ser enviadas en un mensaje de correo electrónico independiente. En caso de que EMB suministre información a FDN, la clave deberá ser enviada al correo [metroboglinea2@fdn.com.co](mailto:metroboglinea2@fdn.com.co). En caso contrario, el supervisor de EMB indicará el correo al cual se debe enviar la clave correspondiente.

El tipo de información se establecerá de acuerdo con las definiciones contenidas en la Plantilla Acuerdo de Confidencialidad que se constituye como un anexo del Acta de Inicio del Contrato Interadministrativo.

Para la entrega de documentos se usará una portada con el logo de EMB y de FDN, incluyendo además el logo de los asesores externos que acompañen el proceso y la respectiva codificación que corresponda a la versión del documento.

## 6. REFERENCIAS

1. Anagnostou, G and Kovari, K. 1996. Face stability conditions with Earth - Pressure - Balanced Shields. Tunneling and Underground Space Technology. Vol 11. No.2 ,pp 165-173
2. Attewell, P. & Taylor, R.K. 1984. Ground movements and their effects on structures. Chapman and Hall.
3. Egis Steer. 2021. Producto 4. Estudios y Diseños de Pre-factibilidad. Entregable 4.1. Revisión Geotécnica.
4. Jancsecz, S and Steiner, W. 1994. Face support for a large mix- shield in heterogeneous ground conditions. Tunnelling 94. London
5. Perri, G. 2014. Construcción de túneles en ambientes urbanos con TBMs. Ingeotúneles Vol 21.
6. Peck, R.B. 1969. Deep excavations and tunnelling in soft ground . Proc. 7<sup>th</sup> Int. Conf. Soil Mech. and Found. Eng. Mexico City, State of the Art. Vol. 225-290.
7. Romero, A y Herranz, C. 2014. Túnel urbano de la ruta estatal 99( Seattle, Estados Unidos). Método de estimación de asentamientos y medidas de mitigación de daños. Análisis numérico FLAC<sup>3D</sup> . Ingeotúneles Vol 21.
8. Scherle, M. 1977. Rohrvortrieb. Band 2. Bauverlag GmbH, Wiesbaden.
9. Sagaseta, C y Oteo, C. 1974. Análisis de la subsidencia inducida originada por la excavación de túneles. I simposio Nacional de Túneles . Madrid.
10. Tamez, E. 1988. Manuales de Diseño Geotécnico. Volumen 2 . 3 Diseño del Metro en Túnel. Comisión de Vialidad y Transporte urbano. México.
11. Rangel, J.I , Tamez, E. y Auvinet, G. 2005. A Stability Criterion for Tunnelling in Continuous Media. México

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO  
LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ENTREGABLE 1 - PLAN DE TRABAJO, CRONOGRAMA Y ENFOQUE METODOLÓGICO – L2MB-L02-IFU-M-0001\_VF  
(Vol. 1 de 5)

## **7. ANEXOS**

Se presentan separadamente los siguientes anexos del documento:

**6.1. ANEXO 1 - Cronograma detallado de actividades**

**6.2. ANEXO 2 - Lineamientos del BEP**

**6.3. ANEXO 3 - Plan de calidad**

**6.4. ANEXO 4 - Matriz de comunicaciones**