



“Estudio de alternativas, a nivel de perfil preliminar para la optimización de la localización de los patios y talleres de la Primera Línea de Metro de Bogotá-PLMB”

**Informe de alternativas y selección
Versión final**

Entregable No. 2



Consultoría Colombiana S.A.

Bogotá, D.C.

Marzo del 2017



Tabla contenido

1	Introducción	5
2	Objetivo	5
3	Alcances	5
4	Área de estudio	5
5	Consulta, recopilación, revisión y análisis de información	7
5.1	Gestión documental	7
5.2	Información consultada	9
5.3	Mapeo general de actores	9
5.3.1	Marco conceptual	9
5.3.2	Mapeo general de actores en el proyecto PMLB	13
6	Metodología general	16
7	Diagnóstico del territorio	16
7.1	Análisis de presiones	18
7.1.1	Variables de presión	19
7.1.2	Resultados presión	22
7.2	Análisis de estado	23
7.2.1	Variables de estado	24
7.2.2	Resultados estado	29
7.2.3	Análisis de respuesta o impactos	31
7.2.4	Resultados variables respuesta	34
7.3	Zonificación de viabilidad ambiental	36
7.4	Definición preliminar de alternativas	40
7.5	Definición final de alternativas	40
8	Modelo de decisión	42
8.1	Metodología del modelo	42
8.1.1	Criterios	42
8.1.2	Criterios financieros / Costo	44
8.1.3	Criterios ambientales / Viabilidad ambiental y social	48
8.1.4	Criterios territoriales	49
8.1.5	Riesgos	51
8.1.6	Resultados del modelo	53
9	Análisis por alternativas	55
9.1	ALTERNATIVA 1	55

9.1.1	Análisis de costos	55
9.1.2	Viabilidad ambiental y social	57
9.1.3	Aspectos territoriales	59
9.1.4	Riesgos	62
9.2	ALTERNATIVA 2.....	62
9.2.1	Análisis de costos	62
9.2.2	Viabilidad ambiental y social	64
9.2.3	Aspectos territoriales	66
9.2.4	Riesgos	67
9.3	ALTERNATIVA 3.....	68
9.3.1	Análisis de costos	68
9.3.2	Viabilidad ambiental y social	68
9.3.3	Aspectos territoriales	70
9.3.4	Riesgos	71
9.4	ALTERNATIVA 4.....	71
9.4.1	Análisis de costos	71
9.4.2	Viabilidad ambiental y social	72
9.4.3	Aspectos territoriales	74
9.4.4	Riesgos	75
9.5	ALTERNATIVA 5.....	75
9.5.1	Análisis de costos	75
9.5.2	Viabilidad ambiental y social	76
9.5.3	Aspectos territoriales	78
9.5.4	Riesgos	79
10	Discusión de resultados.....	80
11	Conclusiones y recomendaciones	82
11.1	Anexos	85
12	Restricciones y limitaciones	85
13	Bibliografía	86

Listado de tablas

Tabla 1.	Solicitud de información a actores	7
Tabla 2.	Importancia del actor	9
Tabla 3.	Incidencia del actor.....	10
Tabla 4.	Matriz de calificación de actores	10
Tabla 5.	Agrupación de actores identificados por tipo	11
Tabla 6.	Matriz de calificación de actores (modelo)	12
Tabla 7.	Posición de los actores frente al proyecto PMLB.....	14



Tabla 8. Grados de potencialidad – estado del territorio	18
Tabla 9. Clasificación de ejes estructurantes.....	21
Tabla 10. Área y porcentaje del análisis de restricciones - presiones	23
Tabla 11. Zonificación de Presiones.....	23
Tabla 12. Grados de potencialidad – estado del territorio	24
Tabla 13. Rasgos generales, las características y atributos más relevantes de las variables de estado analizadas	24
Tabla 14. Área y porcentaje del análisis de potencialidad - estado	31
Tabla 15. Impactos potenciales preliminares por la construcción y operación del patio taller.....	31
Tabla 16. Impactos potenciales preliminares incluidos en la comparación de alternativas	32
Tabla 17. Definición de los impactos potenciales preliminares incluidos en la comparación de alternativas	32
Tabla 18. Clasificación y rangos de los impactos	33
Tabla 19. Definición de los impactos potenciales preliminares incluidos en la comparación de alternativas	34
Tabla 20 Impactos y ámbitos de manifestación definidos.....	35
Tabla 21. Área y porcentaje del análisis de resultados - impactos	36
Tabla 22. Calificación de la viabilidad socio ambiental	38
Tabla 23. Área y porcentaje de la zonificación de viabilidad socioambiental.....	39
Tabla 24. Características generales de las alternativas analizadas para el patio taller y su conexión con el portal Américas	41
Tabla 25. Estructura de preferencia de alternativas según grado de conveniencia	42
Tabla 26. Criterios del modelo	42
Tabla 27. Costos del proyecto en cada una de las alternativas evaluadas (Millones de pesos colombianos)	46
Tabla 28. Orden de elegibilidad de las alternativas de acuerdo al escenario A.....	54
Tabla 29. Orden de elegibilidad de las alternativas de acuerdo al escenario B.....	55
Tabla 30. Régimen de usos Área de manejo Especial del Río Bogotá	60
Tabla 31. Características del suelo suburbano de acuerdo al PBOT de Mosquera (2013)	66
Tabla 32. Zonificación de áreas para la UPR San Francisco	67
Tabla 33. Régimen de usos para Alternativa 3.....	70
Tabla 34. Régimen de usos para Alternativa 4.....	74
Tabla 35. Régimen de usos para Alternativa 5.....	78
Tabla 36. Orden de elegibilidad de las alternativas de acuerdo al escenario A.....	82
Tabla 37. Orden de elegibilidad de las alternativas de acuerdo al escenario B	82

Listado de figuras

Figura 1. Delimitación del área de estudio	6
Figura 2. Categorías de calificación INCIDENCIA-IMPORTANCIA	13
Figura 3. Plano cartesiano con ubicación actores	14
Figura 4. Participación porcentual según la incidencia de los actores.....	15
Figura 5. Proceso ejecutado en el marco del análisis de alternativas para la ubicación del patio taller de la PLMB	16
Figura 6. Variables consideradas en el análisis de estado	17
Figura 7. Metodología de toma de decisiones PER – Presión – Estado – Respuesta	18
Figura 8. Uso Reglamentado del suelo	19
Figura 9. Zonas de Amenaza por Inundación	20
Figura 10. Ejes estructurantes	21
Figura 11. Resultado análisis de presiones – estado del área de estudio	22
Figura 12. Variables consideradas dentro del análisis de estado	29
Figura 13. Resultado análisis de potencialidad – estado del área de estudio	30
Figura 14. Superposición de capas para el proceso de zonificación	33
Figura 15. Resultado análisis de respuesta/impactos– estado del área de estudio	36
Figura 16. Metodología de árbol de decisión para determinación de viabilidad ambiental.....	37
Figura 17. Distribución espacial de la viabilidad socioambiental en el área de estudio	39
Figura 18. Definición preliminar de alternativas para el patio taller de la PLMB.....	40

Figura 19. Definición preliminar de alternativas para el patio taller de la PLMB	41
Figura 20. Criterios evaluados a nivel territorial y su peso asignado para la toma de decisión	43
Figura 21. Criterios evaluados a nivel de riesgos y su peso asignado para la toma de decisión.....	44
Figura 22. Costos del proyecto en cada una de las alternativas evaluadas (Millones de pesos colombianos).....	47
Figura 23. Viabilidad ambiental en cada una de las alternativas evaluadas	48
Figura 24. Resultados de la ponderación para cada sub criterio del componente territorial por alternativa	50
Figura 25. Resultados de la ponderación para cada sub criterio del componente de riesgos por alternativa	52
Figura 26. Resultado de la ponderación de los criterios evaluados en la matriz de decisión para el Escenario A.....	54
Figura 27. Resultado de la ponderación de los criterios evaluados en la matriz de decisión para el Escenario B.....	55
Figura 28. Desglose de costos directos (antes de AIU) en millones de pesos para la Alternativa 1	56
Figura 29. Análisis comparativo del ítem costos de adecuación y habilitación del suelo para el patio taller entre alternativas.....	57
Figura 30. Desglose de nivel de viabilidad ambiental y social para la Alternativa 1.....	58
Figura 31. Resultados del Índice de Importancia Ambiental para la Alternativa 1.....	59
Figura 32. Ubicación de la Alternativa 1 respecto a la ZAMPA del rio Bogotá	60
Figura 33. Relación Alternativa 1 con los planes parciales formulados por el POT de Bogotá (2004).....	61
Figura 34. Análisis comparativo del ítem Conexión del patio taller con la estación del portal de las Américas entre alternativas.....	63
Figura 35. Desglose de costos directos para la Alternativa 2.....	64
Figura 36. Desglose de nivel de viabilidad ambiental y social para la Alternativa 2.....	64
Figura 37 Resultados del Índice de Importancia Ambiental para la Alternativa 2.....	65
Figura 38. Relación de la Alternativa 2 respecto a la Unidad de Planificación Rural “Plataforma Logística San Francisco”	66
Figura 39. Desglose de costos directos para la Alternativa 3.....	68
Figura 40. Desglose de nivel de viabilidad ambiental y social para la Alternativa 3.....	69
Figura 41 Resultados del Índice de Importancia Ambiental para la Alternativa 3.....	70
Figura 42. Desglose de costos directos para la Alternativa 4.....	72
Figura 43 Desglose de nivel de viabilidad ambiental y social para la Alternativa 4.....	72
Figura 44. Resultados del Índice de Importancia Ambiental para la Alternativa 4.....	73
Figura 45. Relación Alternativa 4 con Plataforma Logística ALO.....	75
Figura 46. Desglose de costos directos para la Alternativa 5.....	76
Figura 47. Desglose de nivel de viabilidad ambiental y social para la Alternativa 5.....	76
Figura 48 Resultados del Índice de Importancia Ambiental para la Alternativa 4.....	78
Figura 49 Relación Alternativa 5 con UPR “Plataforma Logística San Francisco” y DCS “Tibaitatá”	79

Listado de anexos

Anexo 1 Certificación Mininterior
Anexo 2 Relación de gestión documental PLMB
Anexo 3 Gestión documental
Anexo 4 Información secundaria consultada
Anexo 5 Matriz de actores PLMB
Anexo 6 Matriz de decisión
Anexo 7 Análisis de costos
Anexo 8 Componente técnico
Anexo 10 Aspectos técnicos
Anexo 11 Matriz de pesos entidades involucradas
Anexo 12 Figura de detalle variables de estado
Anexo cartográfico

1 INTRODUCCIÓN

El proyecto de la Primera Línea del Metro para Bogotá (en adelante el “proyecto o PLMB”) es estratégico y de interés local y nacional, según el documento Conpes 3677 de 2010 “*de movilidad integral para la Región Capital Bogotá-Cundinamarca*” (Financiera de Desarrollo Nacional, 2016).

Entre las actividades previas a la construcción de la misma, se requiere la Estructuración Integral del Proyecto, para la cual el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) suscribió con la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) el Convenio Interadministrativo No. 1880, el cual tiene como alcance la optimización del diseño de la PLMB y análisis de alternativas de ejecución por tramos, en particular lo relacionado con la localización, a nivel de perfil preliminar, del Patio Taller de la PLMB (Financiera de Desarrollo Nacional, 2016).

Dicha actividad responde a la planeación estratégica del desarrollo urbanístico, involucrando la eficiencia en costos, la minimización de los impactos negativos socioambientales, maximizando los beneficios sociales y promoviendo la sostenibilidad a largo plazo.

De esta manera, a continuación se documenta el proceso que adelantó Consultoría Colombiana S.A. en el marco de la optimización de la ubicación del patio taller de la PLMB; proyecto que busca satisfacer las necesidades de movilización de la población capitalina.

2 OBJETIVO

Elaborar un: “ESTUDIO DE ALTERNATIVAS, A NIVEL DE PERFIL PRELIMINAR, PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN DE LOS PATIOS Y TALLERES DE LA PRIMERA LÍNEA DE METRO DE BOGOTÁ - PLMB-”, el cual se encuentra dentro de los alcances de la Fase 2 del Convenio Interadministrativo N° 1880 suscrito entre el Distrito y la FDN.

Este estudio permitirá a la Gerencia del Proyecto y a la FDN tomar decisiones sobre la mejor localización del Patio Taller de la PLMB, así como disponer de la hoja de ruta para proseguir con la elaboración de los diseños respectivos.

3 ALCANCES

Desarrollar un estudio, a nivel de perfil preliminar, que permita dar viabilidad a un área de aproximadamente 100 ha para la localización del patio taller requerido para la primera y otras líneas del Metro de Bogotá. El alcance general comprendió las siguientes actividades:

- Investigación, revisión, recopilación y análisis de información dentro del área de estudio.
- Elaboración, análisis y conclusiones del diagnóstico.
- Definición de las alternativas de localización
- Desarrollo de los componentes por alternativa.
- Evaluación multicriterio de las alternativas.

4 ÁREA DE ESTUDIO

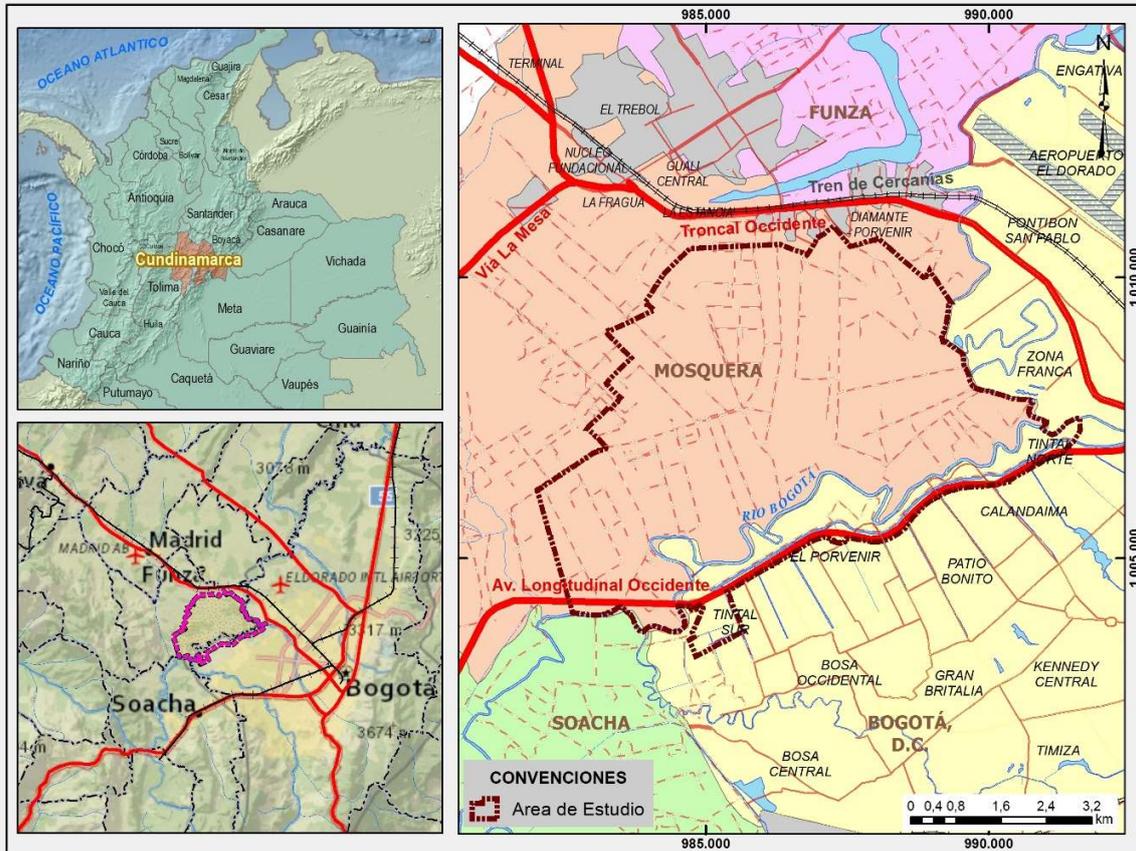
La delimitación del área de estudio fue realizada teniendo en cuenta cuatro criterios I). Distancia máxima de recorrido hasta la estación Portal de las Américas del metro, II). Linderos y predios completos (en la medida lo posible), III). Disponibilidad de área entre 80 ha y 100 ha y IV). Criterio urbano en el que se delimitó el área en función de tres ejes estructurantes. En el primer criterio se consideró una distancia o umbral de aproximadamente siete (7) kilómetros que abarcara además de la totalidad del predio de Tibaitatá, la longitud existente entre el ramal del patio taller definido en la fase del Diseño Básico Avanzado, entre el río Bogotá y la entrada al predio Bosa 37. De esta forma, se estableció un

radio preliminar que determinó una primera extensión superficial, la cual posteriormente se redelimito tomando como guía la distribución espacial y forma de los predios y lotes presentes entorno a esta zona.

Finalmente, se incorporaron en los límites ejes estructurantes del ordenamiento urbano regional como la infraestructura vial y de servicios; así las cosas para el área ubicada en Bogotá, ésta se acotó hasta la avenida Longitudinal de Occidente y el canal Cundinamarca. También se adicionó un sector de Bosa que había sido considerado como alternativa en los estudios anteriores del Metro (Consortio L1, 2014). En el sector de Mosquera se consideró el suelo rural y de expansión urbana evitando las áreas urbanas, también se siguieron los cursos del distrito de riego La Ramada presente en toda la zona de estudio.

El área de estudio obtenida tiene una extensión de 3.897,1 hectáreas y un perímetro de 32,7 kilómetros. El 13,9% del área hace parte de la jurisdicción de la capital del país, mientras que el restante 86,1% pertenece territorialmente a Mosquera. La Figura 1 muestra la ubicación y límites del proceso de definición del área de estudio para el proyecto.

Figura 1. Delimitación del área de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Cabe destacar que 144,67 ha (3.7%) corresponden a la jurisdicción ambiental de la Secretaria de Ambiente de Bogotá, mientras que 3752,3 ha (96.3%) están bajo jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR.

Dicha área fue sometida a consulta sobre la presencia de grupos étnicos con el Ministerio del Interior, el cual dio como respuesta que teniendo en cuenta que el proyecto se encuentra en instancias de factibilidad, No es necesario adelantar

proceso de certificación y por lo consiguiente este proceso se deberá adelantar cuando se tenga claridad de la ubicación y del diseño del patio-taller (Anexo 1. Certificación de MinInterior).

5 CONSULTA, RECOPIACIÓN, REVISIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

5.1 Gestión documental

Desde el mes de junio de 2015, como actividades previas al contrato, se iniciaron los relacionamientos con el fin de obtener información necesaria para realizar el estudio integral del área de estudio. De esta manera, se efectuaron solicitudes de información primaria y secundaria, de tipo técnico, normativo y político, a los actores que se referencian en la Tabla 1.

La gestión con los actores indicados permitió no sólo obtener información física y/o documental, sino que generó otros espacios de relacionamiento como reuniones, charlas, a través de las cuales se dio claridad a las necesidades de información para el proyecto y se resolvieron inquietudes adicionales con respecto a las alternativas propuestas desde la Consultora.

Tabla 1. Solicitud de información a actores

N°	ENTIDAD	REPRESENTANTE /CONTACTO	TEMA
1	ANI	Luis Fernando Andrade	Solicitud de información de los estudios ambientales, diseños y contrato de la Concesión vial Bogotá, Facatativá y Los Alpes -CCFC- sobre la interconexión Mosquera con la Calle 13.
2	Concesión Vial Carreteras Vía Bogotá Facatativa Los Alpes – CCFC -	Iván Barreto Andrés Meléndez	Solicitud de información de los estudios ambientales, diseños y contrato de la concesión vial Bogotá, Facatativá y los Alpes –CCFC- sobre la interconexión Mosquera con la calle 13.
3	Ministerio del Interior	Álvaro Echeverry Londoño	Solicitud de certificación de presencia o no de grupos étnicos dentro del área de Estudio para el proyecto.
4	Ministerio de Interior / Democracia- Participación Ciudadana y Acción Comunal	María Almario Dreszer	Solicitud de información sobre presencia de grupos relacionados con la gestión institucional y comunitaria.
5	CAR	Néstor Franco Camilo Bello Anibal Acosta	Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del Río Bogotá y Shapefile. Revisión del área de estudio con respecto a la zonificación de POMCA del Río Bogotá y otras áreas de interés ambiental que sean sensibles y/o vulnerables a proyectos de desarrollo urbanístico. Distrito de riego de La Ramada. Cartografía en dwg y pdf de las obras que se hayan construido y que estén proyectadas para la Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental del Río Bogotá en el tramo comprendido entre la desembocadura del Río Bojacá y el tren de cercanías (tramo límite con el municipio de Mosquera).
6	Mario Huertas	Mario Huertas	Solicitud de información de los estudios ambientales, diseños y contrato de la concesión vial Bogotá, Facatativá y los Alpes -CCFC- sobre la interconexión Mosquera con la calle 13.
7	RESNATUR	Cesar Marulanda	Solicitud de información acerca de áreas de reserva de la sociedad civil u otros ecosistemas que se

N°	ENTIDAD	REPRESENTANTE	TEMA
			consideren importantes a nivel ambiental en el área de estudio.
8	SENA	Pedro Vásquez	Solicitud de información sobre la Finca Marengo.
9	Alcaldía de Mosquera	Raúl Emilio Casallas Rodríguez	Solicitud del Acuerdo vigente del Plan Básico de Ordenamiento Territorial y Shapefile con información cartográfica del Plan Básico de Ordenamiento Territorial 2013.
10	Parques Nacionales Naturales de Colombia	Julia Miranda Londoño	Solicitud de información acerca de áreas de reserva de la sociedad civil u otros ecosistemas que se consideren importantes a nivel ambiental en el área de estudio.
11	IGAC	Andrea Melissa Olaya Álvarez	Descripción sobre las zonas homogéneas geoeconómicas y físicas del municipio de Mosquera.
12	CORPOICA	Jenny Molina	Plan de manejo ambiental para el Distrito de Conservación de Suelos del Centro de Tibaitata y Shapefile e información cartográfica del Plan de Manejo Ambiental.
13	ETB	Efraín Martínez Monroy	Solicitud información redes de ETB en la zona de Mosquera- Bogotá para el área de estudio.
14	Universidad Nacional de Colombia	Ignacio Mantilla Prada	Solicitud de información sobre la Finca Marengo.
15	Hydros Mosquera	Óscar Javier Sora	Solicitud de información sobre redes húmedas.
16	Gas Natural Fenosa	Ricardo Donado Arenas	Solicitud de información sobre redes de gas del municipio de Mosquera y Bogotá.
17	Secretaría de Planeación y Ordenamiento Territorial	Claudia Consuelo Núñez Florián	Solicitud del Plan Parcial Plataforma Logística San Francisco y demás información relacionada como cartografía y anexos
18	Secretaría de Planeación de Bogotá	Úrsula Ablanque Mejía	Solicitud de información sobre planes parciales al interior o aledaños al proyecto
19	Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático – IDIGER-	Alexandra Martínez Barón	Solicitud de información sobre los planes, programas y proyectos referentes a la Gestión de Riesgos y Cambio Climático en el Distrito de Bogotá para el Área de Estudio.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

En el Anexo 2. Relación gestión documental PLMB, se listan entonces aquellas entidades, organizaciones e individuos que ofrecieron información de interés para el desarrollo del proyecto, y en el Anexo 3. Gestión documental, se adjuntan los oficios generados y las respuestas de las diferentes entidades antes citadas.

Por otra parte, la gestión documental fue el primer paso para el establecimiento de las posturas de los actores con quienes se generó algún tipo de relacionamiento. Esto es, el nivel de cooperación o no, en cuanto a las solicitudes realizadas.

De igual manera, en los espacios de interacción que se lograron generar, los actores expusieron sus inquietudes con respecto al proyecto, permitiendo que se tenga de antemano un terreno abonado en cuanto a posibles cooperantes relevantes durante los posteriores estudios para el desarrollo los patios y talleres de la Primera Línea de Metro de Bogotá –PLMB-.

5.2 Información consultada

En el Anexo 4. Información secundaria consultada, se listan los informes, documentos y estudios sobre los cuales se ejecutaron revisiones con el fin de caracterizar el área en cuanto a:

- Marco legal y normativo que regula el uso del suelo;
- Realizar el análisis del área de estudio de cada alternativa y su integración con los sistemas de movilidad, estructura ecológica principal, equipamientos, espacio público y transporte, y además con proyectos del territorio existentes y futuros;
- Síntesis y conclusiones de los aspectos territoriales más relevantes para cada alternativa.

5.3 Mapeo general de actores

5.3.1 Marco conceptual

El mapeo de stakeholders o de actores de interés se entiende como el proceso de identificación, mapeo, categorización y análisis de individuos, grupos o instituciones respecto a un proyecto, valorando su influencia, impacto, disposición a la cooperación y cooperación requerida, de tal manera que se generen estrategias de atención y manejo de acuerdo a los resultados de la evaluación y el análisis realizado.

Los actores se pueden clasificar de acuerdo a su capacidad para afectar (incidencia) y ser afectado (importancia) por un proyecto, obra o actividad.

La importancia en este caso surge de la valoración y combinación de la variable influencia del actor sobre el proyecto y la cooperación requerida por el mismo. En tal sentido, la importancia determina si el actor es considerado altamente influyente, tipo gobernaciones o alcaldías y, además, es si es requerida su cooperación (Tabla 2).

Tabla 2. Importancia del actor

Influencia	Cooperación requerida	Calificación final	Descripción
Alta (5)	Alta (5)	10	Es un actor con alta capacidad de influencia en el proyecto y además su cooperación es altamente requerida.
Alta (5)	Media (3)	8	Es un actor con alta capacidad de influencia en el proyecto y su cooperación es medianamente requerida por el proyecto.
Media (3)	Alta (5)	8	Es un actor con mediana capacidad de influencia en el proyecto pero su cooperación es altamente requerida por el proyecto.
Alta (5)	Baja (1)	6	Es un actor con alta capacidad de influencia en el proyecto pero es baja la cooperación requerida.
Baja (1)	A (Alta)	6	Es un actor con poca capacidad de influencia en el proyecto pero se requiere de su cooperación.
Media (3)	Media (3)	6	Es un actor con mediana capacidad de influencia en el proyecto y su cooperación es medianamente requerida
Baja (1)	Media (3)	4	Es un actor con poca o baja capacidad de influencia en el proyecto, y cooperación es medianamente requerida.
Media (3)	Baja (1)	4	Es un actor mediana capacidad de influencia en el proyecto y su cooperación requerida es baja.
Baja (1)	Baja (1)	2	Es un actor con baja capacidad de influencia en el proyecto y su cooperación requerida también es baja.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Son importantes aquellos actores que sean altamente influyentes o determinantes por su nivel de poder gubernamental o de control y que además, su cooperación sea requerida por el proyecto de forma significativa, aunque no necesariamente sean afectados o impactados por éste.

La incidencia por su parte, se entenderá como la capacidad de facilitar o impedir el logro de los objetivos; en consecuencia, los actores con mayor incidencia serán aquellos con la facultad de ejercer influencia sobre el proyecto, y es el resultante de la combinación de cuatro variables como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3. Incidencia del actor

Influencia	Impacto del proyecto	Disposición a la cooperación	Cooperación requerida
Del actor sobre el proyecto: A: Altamente influyente M: Medianamente influyente B: Influye poco o nada	A: Altamente impactado M: Medianamente impactado B: Poco o nada impactado	Disponibilidad a la cooperación por parte del actor: E: Entusiasta O: Oponente N: Neutro	A: Alta M: Mediana B: Poco o nada

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La combinación de las anteriores variables arroja la siguiente calificación de los actores para un proyecto (Tabla 4).

Tabla 4. Matriz de calificación de actores

Diagnóstico	Calificación	Descripción
Cooperante Relevante	9	Su nivel de COOPERACIÓN es alta o medianamente requerida para el buen desarrollo del proyecto y además se muestra ENTUSIASTA, y puede ser altamente influyente e impactado por el proyecto.
Cooperante	7	Su nivel de COOPERACIÓN requerida es mediana o baja para el buen desarrollo del proyecto y se muestra por lo general entusiasta. También puede ser altamente influyente e impactado por el proyecto.
Indiferente Relevante	6	Se muestra NEUTRO ante el proyecto pero es altamente o medianamente requerida su cooperación.
Indiferente	4	Se caracteriza por NEUTRALIDAD en el proyecto y porque su nivel de cooperación requerido es baja o media.
Opositor	1	Se caracteriza por ser OPOSITOR al proyecto, aunque su influencia sea alta, mediana o baja, su nivel de cooperación requerida es mediana, baja o no se necesita.
Opositor Relevante	3	Se caracteriza ser OPOSITOR al proyecto y porque su cooperación es altamente o medianamente requerido. Además de estas condiciones, puede ser altamente influyente e impactado durante el proyecto.

Calificación de actores: Para la ubicación de los actores en el plano cartesiano, fue necesario otorgar una calificación numérica de 1 a 9, a la clasificación cualitativa de la evaluación, siendo 1 y 3 la calificación de los actores de mayor cuidado y relevancia para el desarrollo del proyecto al ser identificados como opositores; 4 y 6 respectivamente a los actores clasificados como indiferentes e indiferentes relevantes, y 7 y 9 a los actores que de alguna manera están siendo cooperantes con el proyecto.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.3.1.1 Pautas metodológicas

La construcción del mapeo general se realizó mediante la identificación y posterior calificación de los actores con los que se ha generado algún nivel de contacto o relacionamiento.

Para identificar los actores inicialmente se diligenció un documento en Excel en el cual se deben consignar los datos de contacto o características generales de éstos (Anexo 2), siguiendo los tipos que se listan en la Tabla 5. A saber, es una base de datos de contacto inicial, la cual debe ser el primer input para la matriz de calificación de actores.

Tabla 5. Agrupación de actores identificados por tipo

N°	Tipo Actor	Posibles Actores
1	Políticos	Gobernación, Alcaldía, Personería, Juntas de Acción Comunal
2	Técnicos	Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-
3	Normativos	Corporación Autónoma Regional, Ministerio del Interior, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, Secretaria de Ambiente
4	Otros	Red Colombiana de Reservas Naturales De La Sociedad Civil - RESNATUR-, Parques Nacionales Naturales

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Posteriormente, una vez identificados los actores con los que se ha generado algún relacionamiento es preciso iniciar la calificación de los mismos en la matriz diseñada para tal fin, cuyo modelo general se muestra en la Tabla 6.

Teniendo como eje central las columnas Motivaciones/Intereses y las Situaciones relevantes, ya que esta información, tomada desde los antecedentes en relación con el proyecto así como desde fuentes oficiales (Planes de desarrollo, planes de ordenamiento, medios de comunicación, sitios web de interés, etc.) será el segundo input fundamental que permitirá tener un contexto o una puntualidad para identificar las siguientes columnas: Influencia del actor sobre el proyecto, Qué tanto es impactado por el proyecto, Qué tan dispuesto y/o cooperante es el actor frente al proyecto y, Qué tanto el proyecto requiere de su cooperación. La matriz diligenciada para el proyecto se presenta en el Anexo 5 Matriz de actores PLMB.



Tabla 6. Matriz de calificación de actores (modelo)

TIPO ACTOR	NOMBRE	COBERTURA	DEPARTAMENTO LOCALIZACIÓN	MUNICIPIO	NOMBRE DEL REPRESENTANTE	MOTIVACIONES/ INTERESES	SITUACIONES RELEVANTES	Influencia del actor sobre el proyecto A: ALTA M: MEDIA B: BAJA	Qué tanto es impactado por el proyecto A: ALTAMENTE M: MEDIANAMENTE B: POCO O NADA	Qué tan dispuesto - cooperante es el actor frente al proyecto E: ENTUSIASTA O: Oponente N: NEUTRO	Que tanto el proyecto requiere de su cooperación: A: ALTAMENTE M: MEDIANAMENTE B: POCO O NADA

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La matriz cuenta con la formulación para que una vez sea calificada, se denoten tanto la incidencia como la importancia de cada actor, tal como se indica en la Figura 2.

Figura 2. Categorías de calificación INCIDENCIA-IMPORTANCIA

		IMPORTANCIA										
		Bajo importancia			Mediana importancia			Alta importancia				
INFLUENCIA	Positiva: Cooperante o Cooperante	9		2,9		4,9		6,9		8,9		10,9
		8										
		7		2,7		4,7		6,7		8,7		10,7
	Neutra: Indiferente- Indiferente Relevante	6		2,6		4,6		6,6		8,6		10,6
		5										
		4		2,4		4,4		6,4		8,4		10,4
	Negativa: Opositor- Opositor relevante	3		2,1		4,3		6,3		8,3		10,3
		2										
		1		2,1		4,1		6,1		8,1		10,1
	0											

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

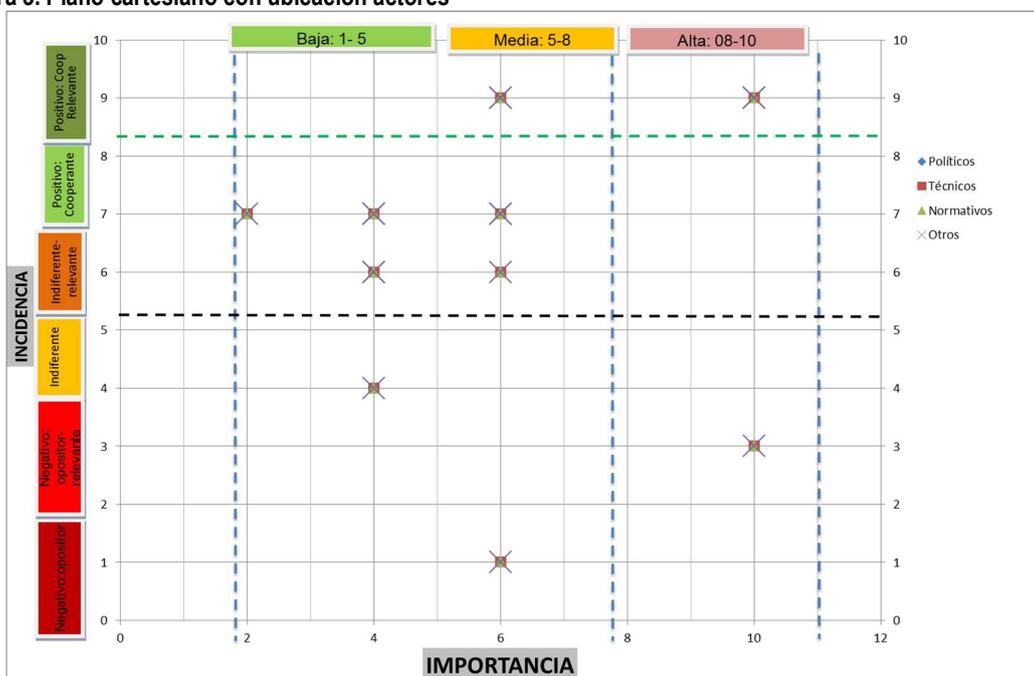
5.3.1.2 Resultados del mapeo general de actores

El mapeo de actores generó como resultado una matriz (Anexo 5. Matriz de actores PLMB) en la cual se pueden identificar los actores de interés para el proyecto, para los cuales en etapas de Estudio de Impacto Ambiental se deberán establecer estrategias de comunicación con el fin de potenciar positivamente las relaciones Actor-Proyecto-Actor.

5.3.2 Mapeo general de actores en el proyecto PMLB

Como conclusiones a la matriz consolidada en el plano cartesiano (Figura 3) se observa que de los 14 actores de interés, la mayoría son cooperantes o cooperantes relevantes con alta a moderada importancia, seguidos por los indiferentes o indiferentes relevantes con moderada a baja importancia, sobre los cuales se debe ejercer un trabajo de información oportuna y veraz con el fin de que acojan una posición favorable hacia el proyecto. Finalmente, el grupo más pequeño pero que debe ser mayormente analizado y tenido en cuenta para estrategias puntuales de relacionamiento, son aquellos que se muestran opositores al proyecto sumado a que son altamente importantes, ya que tienen la capacidad de facilitar o impedir el logro de los objetivos además que su cooperación es requerida.

Figura 3. Plano cartesiano con ubicación actores



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Ahora bien, es preciso identificar los actores representados en el anterior plano de manera que pueda hacerse claridad sobre éstos y sus posiciones (Tabla 7).

Tabla 7. Posición de los actores frente al proyecto PLMB

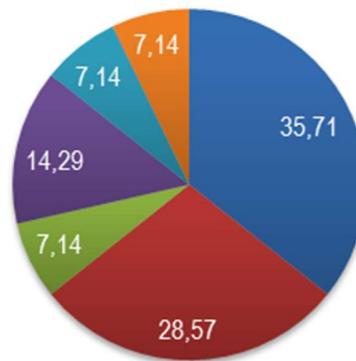
Tipo Actor	Actor	Nombre del Representante	Incidencia	Importancia
Políticos	Alcaldía de Bogotá	Enrique Peñalosa Londoño	Cooperante Relevante	Alta importancia
Políticos	Gobierno Nacional	Juan Manuel Santos Calderón	Cooperante Relevante	Alta importancia
Políticos	Alcaldía de Mosquera	Raúl Emilio Casallas Rodríguez	Opositor Relevante	Alta importancia
Otros	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -CORPOICA-	Martha Ligia Guevara Quintero	Cooperante Relevante	Mediana Importancia
Otros	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá -EAAB-	Germán González Reyes	Cooperante Relevante	Mediana Importancia
Normativos	Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil -Resnatur-	César Marulanda	Cooperante	Mediana Importancia
Otros	Agencia Nacional de Infraestructura -ANI-	Luis Fernando Andrade Moreno	Cooperante	Mediana Importancia
Normativos	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR-	Néstor Guillermo Franco González	Indiferente Relevante	Mediana Importancia

Tipo Actor	Actor	Nombre del Representante	Incidencia	Importancia
Políticos	Gobernación de Cundinamarca	Jorge Emilio Rey Ángel	Opositor	Mediana Importancia
Técnicos	Secretaría de Planeación de Bogotá	Andrés Ortiz Gómez	Cooperante	Baja Importancia
Técnicos	Instituto de Desarrollo Urbano -IDU-	Yaneth Rocío Mantilla Barón	Cooperante	Baja Importancia
Técnicos	Financiera de Desarrollo Nacional - FDN-	Diego Sánchez Fonseca	Cooperante	Baja Importancia
Normativos	Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-	Juan Antonio Nieto Escalante	Indiferente Relevante	Baja Importancia
Normativos	Ministerio del Interior	Álvaro Echeverry Londoño	Indiferente	Baja Importancia

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

De acuerdo con tabla anterior, la disposición¹ de los actores frente al proyecto y la influencia² de los mismos arroja que el proyecto cuenta con la aprobación de un alto porcentaje, esto es, el 66,28% coopera con el proyecto (Figura 4), mientras que la oposición no sobrepasa el 15%, es decir, dos (2) actores, que como se mencionó, deben ser integrados de manera participativa o escuchados en sus ideas y propuestas para lograr un trabajo mancomunado que permita el buen desarrollo del proyecto.

Figura 4. Participación porcentual según la incidencia de los actores



■ Cooperante
 ■ Cooperante relevante
 ■ Indiferente
 ■ Indiferente relevante
 ■ Opositor
 ■ Opositor relevante

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

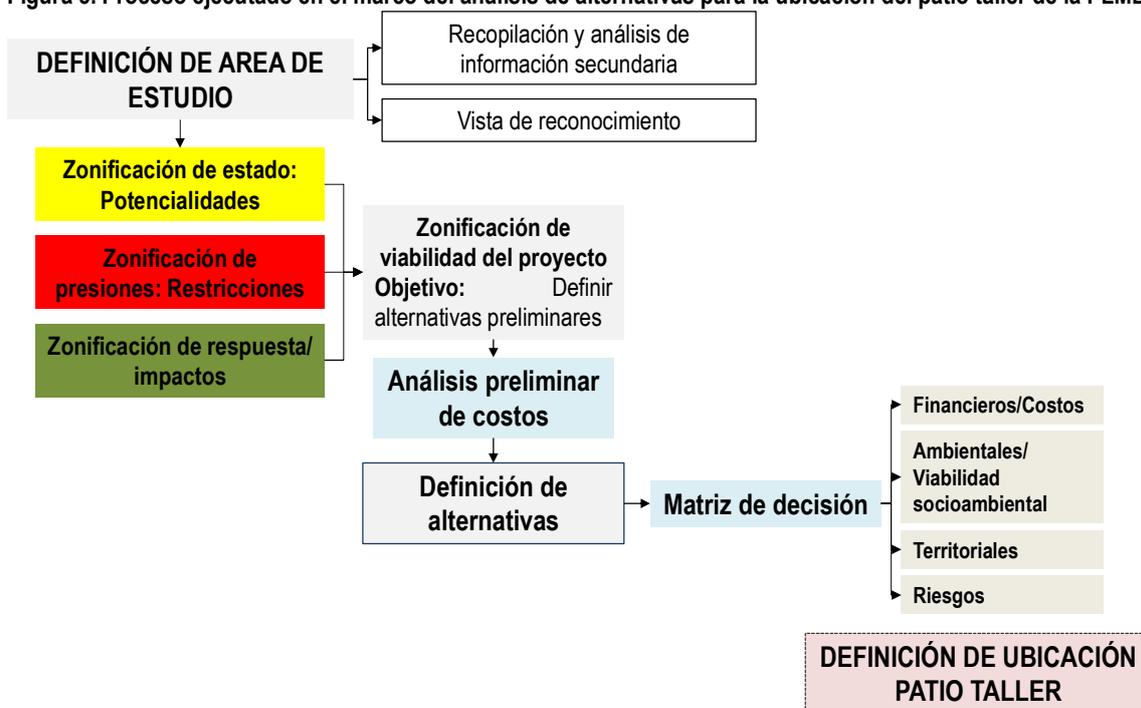
¹ E: Entusiasta - O: Oponente - N: Neutro.

² A: Alta - M: Media - B: Baja.

6 Metodología general

Para lograr la identificación de la mejor localización de los patios talleres de la PLMB se empleó el marco metodológico que se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Proceso ejecutado en el marco del análisis de alternativas para la ubicación del patio taller de la PLMB



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

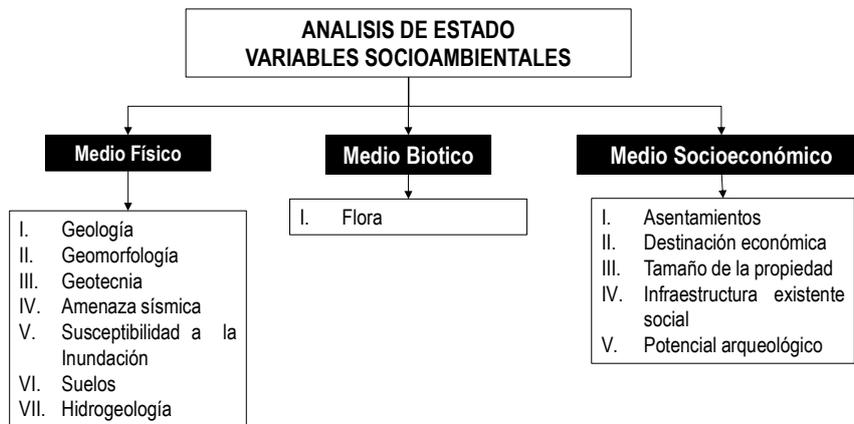
7 DIAGNÓSTICO DEL TERRITORIO

El diagnóstico del territorio se desarrolló a partir de un análisis urbano-ambiental estructurado con base en la metodología de Presión – Estado – Respuesta (PER). Dicho modelo ha sido ampliamente utilizado por el conjunto de países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) para el análisis de territorios e implementación de estrategias de acción hacia el desarrollo sostenible. La metodología de análisis PER se basa en el concepto de la causalidad, entendiendo que las actividades humanas ejercen presiones sobre el medio y cambian su calidad y cantidad de recursos naturales. En este sentido al estudiar la causalidad entre las PRESIONES y el ESTADO del territorio se pueden determinar las áreas en las cuales hay mayor o menor grado de impacto y, dependiendo del enfoque del estudio, surgen las RESPUESTAS que buscarían minimizar, controlar, eliminar o bien adaptarse a los impactos identificados.

En el estudio de alternativas para la optimización de la localización del patio y taller de la primera línea de metro de Bogotá, se definieron las PRESIONES como las variables antrópicas que tienen el potencial de modificar el territorio sustancialmente, y sobre los cuales hay cierto margen de control, son variables que se traducen en restricciones normativas que podrían afectar la viabilidad del proyecto. En este sentido se analizaron las presiones ejercidas por las decisiones de ordenamiento ambiental y territorial que se ven espacializadas en los usos reglamentados del suelo, la definición de áreas protegidas y de zonas de amenaza y riesgo. Las infraestructuras lineales de categoría nacional y regional son elementos construidos que determinan patrones de crecimiento urbano y que por lo tanto generan presiones importantes en el territorio, adicionalmente las áreas definidas para su construcción constituyen suelo de protección.

Las variables de ESTADO son aquellas que describen las condiciones actuales del territorio teniendo en cuenta el medio físico, biótico y socio-económico. Estas variables determinan las potencialidades del territorio para recibir una infraestructura de las características del patio taller del metro, en consecuencia se tuvieron en cuenta las variables relevantes en la selección de la mejor localización de dicha infraestructura. Teniendo en cuenta lo anterior, del medio físico se analizó: geología, geomorfología, geotecnia, microzonificación sísmica, hidrogeología, susceptibilidad de inundación y el uso potencial del suelo. En el medio biótico se revisaron las coberturas actuales del suelo y en el medio socio-económico se analizaron los tipos de asentamientos, la destinación económica del suelo, el tamaño de la propiedad, la infraestructura social existente y el potencial arqueológico (Figura 6).

Figura 6. Variables consideradas en el análisis de estado



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

El análisis de impactos surge del cruce entre las PRESIONES y el ESTADO del territorio. Dicho análisis permite determinar las diferentes relaciones entre restricciones y potencialidades que pueden encontrarse en el territorio. Un menor impacto se encuentra en las áreas con menores restricciones y mayores potencialidades, y un mayor impacto en las áreas con mayores restricciones y menores potencialidades. Esta zonificación de impactos permite identificar el lugar donde se dará la RESPUESTA, que para el caso de estudio es la mejor ubicación para el patio taller de la primera línea de metro de Bogotá. Dicha respuesta requiere de acciones y decisiones en función de las presiones analizadas, por lo que deberá ser concertada en los escenarios institucionales pertinentes. La Figura 7. describe gráfica y conceptualmente el proceso de análisis de Presión – Estado – Respuesta utilizado para el diagnóstico del territorio y la localización de posibles alternativas del proyecto.

Figura 7. Metodología de toma de decisiones PER – Presión – Estado – Respuesta



Fuente: Basado en (OECD, 2003)

7.1 Análisis de presiones

El análisis de *Presiones* implica entender las variables del ordenamiento territorial y ambiental que tienen el potencial de restringir en mayor o menor medida la ubicación del patio y taller de la primera línea de metro de Bogotá. Se trata de un análisis de características urbano-regionales ya que abarca el estudio de los territorios de Bogotá y Mosquera.

Los aspectos fueron ordenados en cuatro rangos, desde restricciones que implican cuatro (4) niveles (baja, moderada, alta y muy alta). La Tabla 8 precisa las características que definen y diferencian las distintas clases de restricción presentes en el área de estudio.

Tabla 8. Grados de potencialidad – estado del territorio

CATEGORIA RESTRICCIONES/PRESIONES	DEFINICION
Muy alta	Dentro de estas zonas de exclusión no se permite el desarrollo de actividades de construcción ya que existe un marco legal que limita tal uso.
Alta	Se permite el desarrollo de actividades de construcción y asociadas, siempre y cuando se lleven a cabo procesos de sustracción, y gestión social con múltiples actores y escenarios para que se viabilice el proyecto.
Moderada	Se permite el desarrollo de actividades de construcción y asociadas, siempre y cuando se lleven a cabo procesos de gestión social con propietarios y escenarios específicos para que se viabilice el proyecto.
Baja	Se permite el desarrollo de actividades de construcción y asociadas, ya que no existen limitaciones normativas y de gestión social y ambiental.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

A continuación se muestra la descripción de las variables de presión definidas: Usos reglamentados del suelo, suelos de protección, zonas de amenaza por inundación y ejes estructurantes.

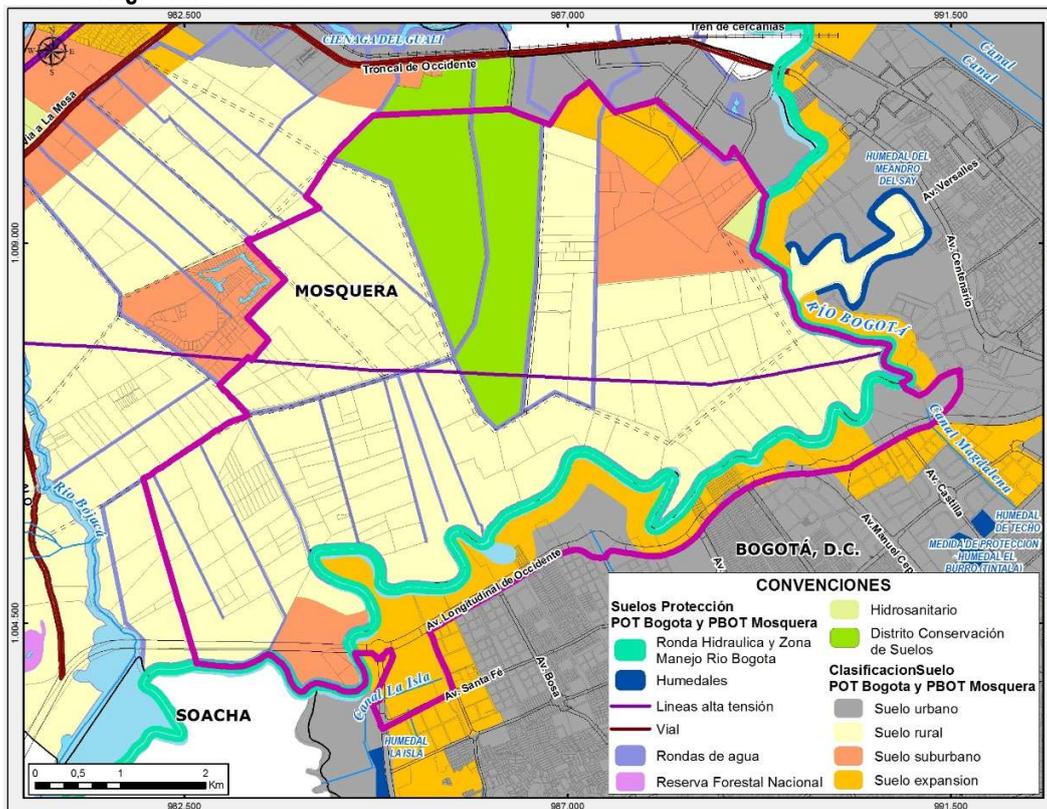
7.1.1 Variables de presión

7.1.1.1 Uso reglamentado del suelo

El área de estudio abarca suelo urbano y de expansión de la ciudad de Bogotá, suelo rural, suburbano y de expansión del municipio de Mosquera y suelos de protección para los dos territorios. Los suelos de protección definidos por los instrumentos de ordenamiento territorial delimitan la Ronda Hidráulica y Zona de Manejo y Preservación Ambiental del Río Bogotá (Decreto 190 de 2004 - Artículo 111), las áreas para el Distrito de Conservación de Suelos de Tibaitatá (Acuerdo 020 del 9 de octubre de 2008) y el Distrito de Riego y Drenaje La Ramada (Acuerdo 32 de Diciembre 23 de 2013 – Artículo 352). Las áreas de servidumbre para las líneas de alta tensión están definidas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE 2013 y en la Resolución 90795 de 2014. Los retiros obligatorios o de exclusión para las vías de primer, segundo y tercer orden están definidos en el Artículo 2 de la Ley 1228 de 2008.

La Figura 8 muestra los usos reglamentados del suelo en Bogotá y Mosquera, incluyendo suelos de protección definidos en los instrumentos de ordenamiento territorial, las vías de primer orden y la infraestructura eléctrica.

Figura 8. Uso Reglamentado del suelo

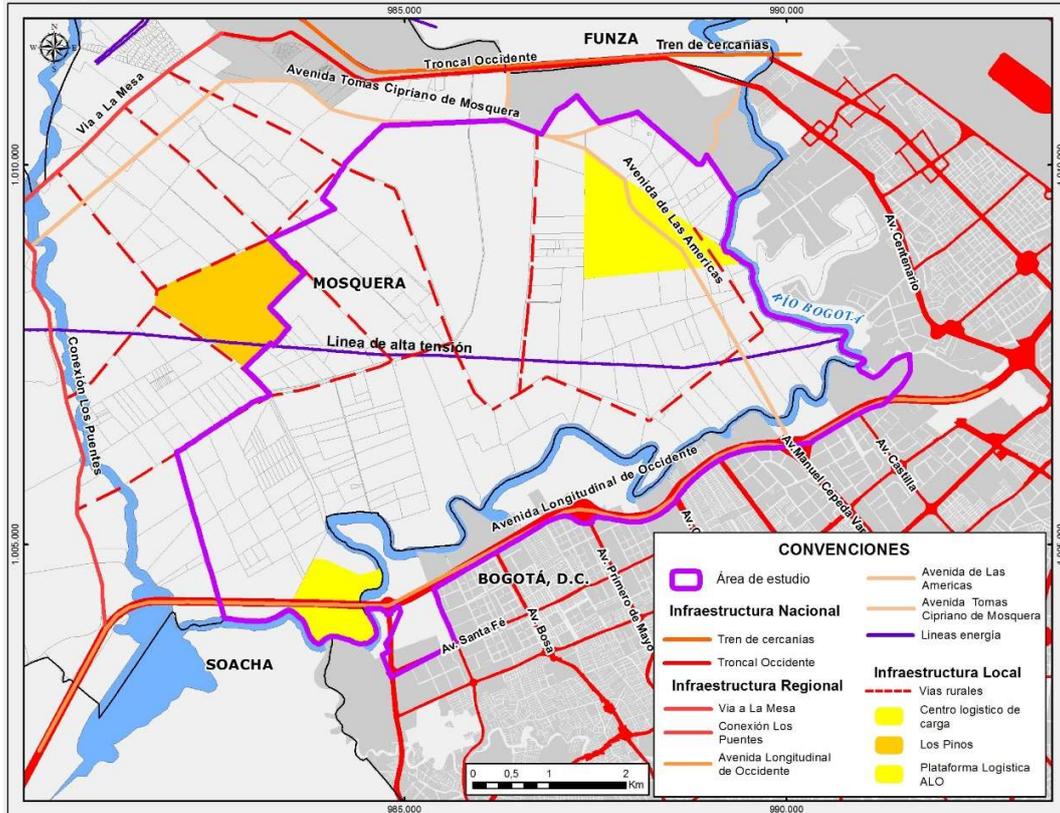


Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

7.1.1.2 Zonas de Amenaza y Riesgo

El río Bogotá al estar ubicado en la frontera entre Bogotá y Mosquera constituye un elemento determinante para la toma de decisiones. Entender cómo sus dinámicas influyen en el territorio es clave para definir la ubicación de alternativas viables. Una de las variables más importantes para este propósito es la relacionada con la amenaza por inundación. Al respecto se identificó una diferencia considerable entre Bogotá y Mosquera en las áreas definidas con amenaza alta (Figura 9).

Figura 10. Ejes estructurantes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Tabla 9. Clasificación de ejes estructurantes

PRESIONES	NIVEL	NOMBRE	ESTADO	CARACTERÍSTICAS
Estructura vial	Nacional	Tren de Cercanías	Proyectada	Vía Férrea
		Troncal Occidente	Existente	Vías de Primer Orden
	Regional	Vía La Mesa	Existente	Vía de Primer Orden
		Conexión Los Puentes	Existente	Vía de Primer Orden
		Avenida Longitudinal de Occidente (ALO)	En proceso	Vía de Primer Orden
		Proyección Avenida de Las Américas	Proyectada	
	Local	Avenida Tomás Cipriano de Mosquera	Proyectada	
Local	Vías rurales	Existentes	Vías de Segundo Orden	
Infraestructura de energía	Regional	Línea de energía	Existente	
Centralidades	Local	Plan Parcial Centro Logístico de Carga	Proyectado	Compatible con Transporte
		Plan Parcial Los Pinos	En construcción	Residencial
		Plataforma Logística ALO	Proyectado	Compatible con Transporte

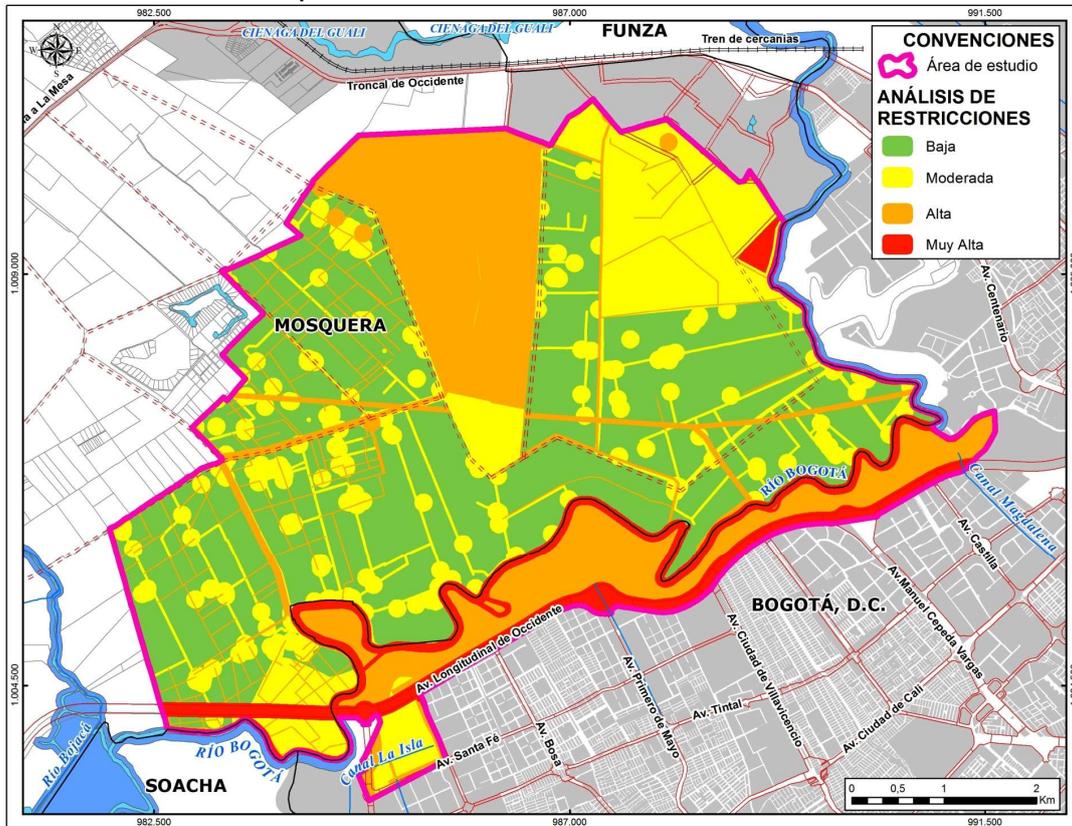
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

7.1.2 Resultados presión

Las variables de presión se analizaron en conjunto, teniendo en cuenta el nivel de restricción normativa que pudieran generar para la localización del patio taller del metro.

Las restricciones muy altas se ubicaron en suelos de protección de ecosistemas naturales, en la ronda hidráulica del río Bogotá y en los suelos de protección destinados para vías. Las restricciones altas se encuentran en el Distrito de Conservación de Suelos Tibaitatá³ y en el suelo de expansión de Bogotá ubicado en zona de amenaza por inundación. Las restricciones moderadas se dan particularmente en las zonas de centralidades, en donde hay Planes Parciales definidos. Finalmente las zonas de restricciones bajas son las áreas rurales del municipio de Mosquera que se encuentran ubicadas en los intersticios del Distrito de Riego La Ramada.

Figura 11. Resultado análisis de presiones – estado del área de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

En cuanto a extensión superficial, como se puede ver en la Tabla 10, las restricciones bajas, constituyen el mayor porcentaje con cerca del 41.81% de participación. La mayoría de estas zonas se encuentran en Mosquera. Por su parte, las restricciones altas, registran un 26.89% siendo así la segunda categoría de presencia en la zona de estudio. Las restricciones moderadas, aportan el 23.28%, asociado al Distrito de conservación de Suelos C.I. Tibaitata y la ZMPA del río Bogotá y del canal Cundinamarca.

³ Distrito declarado por la CAR bajo los acuerdos No. 020 de 09 Octubre del 2008 y No. 016 de septiembre del 2011 y acogido por el municipio de Mosquera, dentro de su Plan Básico de Ordenamiento territorial – PBOT (2009) que estable al DCS como Zona de Interés Ambiental y Agroforestería.

Los elementos de cada una de las categorías se citan en la Tabla 11.

Tabla 10. Área y porcentaje del análisis de restricciones - presiones

ZONIFICACIÓN DE PRESIÓN (RESTRICCIONES)	AREA (ha)	%
Baja	1629,37	41,81
Moderada	907,12	23,28
Alta	1048,22	26,89
Muy alta	312,39	8,01
Total	3897,11	100,00

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Tabla 11. Zonificación de Presiones

RESTRICCIONES	VARIABLES	DISTRITO DE RIEGO LA RAMADA	DISTRITO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS
MUY ALTA	Suelos de protección de ecosistemas naturales de los POT (Bogotá y Mosquera) Ronda Hidráulica y Zona de Manejo Rio Bogotá Humedales Vías de carácter nacional	-	-
ALTA	Suelo urbano de acuerdo a los POT (Bogotá y Mosquera) Zonas industriales o comerciales Centro de investigación Líneas eléctricas y torres Iglesias, centros de salud, escuelas rurales y cementerios (Res. 18 1495 de 2009)	Áreas de protección según acuerdo 16 de 1998: 15 m a lado y lado para canales principales 7m a lado y lado para canales secundarios	Todo el Distrito.
MODERADA	Casas habitacionales Antenas Vías secundarias y terciarias Planes parciales (suelos suburbanos) Suelo de expansión urbana.	-	-
BAJA	Suelo rural.	Intersticio del DR La Ramada.	-

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

7.2 Análisis de estado

El análisis de *Estado* comprende la revisión, identificación y evaluación de los principales elementos físicos, bióticos, sociales, económicos y culturales que interrelacionados unos con otros, ofrecen ventajas comparativas diferenciales, facilitando o dificultando, la localización del patio taller del metro.

En un sentido amplio la potencialidad puede entenderse como las limitaciones que impone el contexto geográfico, involucrando allí tanto las condiciones naturales como la apropiación social que ha hecho la sociedad del territorio. Las variables fueron calificadas en un rango de cuatro valores, de cero (0) a tres (3), y así mismo el resultado final se clasificó en una escala cualitativa que va desde la potencialidad nula a la potencialidad alta respectivamente. La Tabla 12 precisa las características que definen y diferencian las distintas clases de potencialidad en relación con el *estado* del entorno.

Tabla 12. Grados de potencialidad – estado del territorio

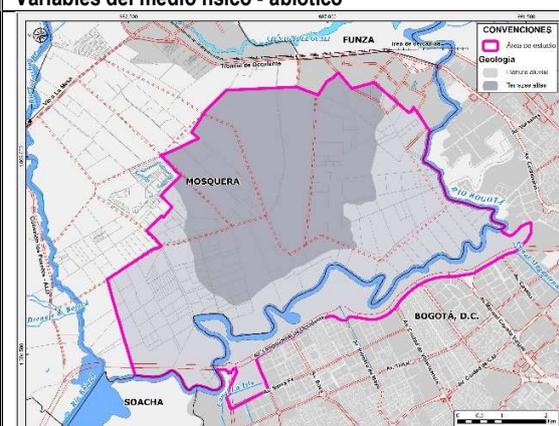
POTENCIAL	DEFINICIÓN	VALOR
Potencial alto	Facilidad de emplazamiento del diseño original sin mayores ajustes o modificaciones determinadas por el contexto socioambiental. En estas áreas existe una gran posibilidad para el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto, donde prevalecen acciones y medidas de manejo ambiental de tipo preventivo.	3
Potencial medio/moderado	Emplazamiento del diseño original con limitaciones bajas dadas por el contexto geográfico y socioambiental, que hacen que se requieran ajustes menores en los diseños. En estas áreas existen posibilidades para el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto, donde prevalecen acciones y medidas de manejo ambiental de mitigación.	2
Potencial bajo	Emplazamiento del diseño original con limitaciones severas dadas por el contexto geográfico y socioambiental que hacen que se requieran obras y/o actividades adicionales a las contempladas en el diseño conceptual. En estas áreas existe una baja posibilidad para el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto, donde prevalecen acciones y medidas de manejo ambiental de tipo correctivo y compensatorio.	1
Potencial nulo	Las características del contexto geográfico y socioambiental, no permiten el emplazamiento del proyecto.	0

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

7.2.1 Variables de estado

El diagnóstico territorial se realizó a partir de información secundaria obtenida principalmente de los Planes de Ordenamiento de Bogotá (2004) y Mosquera (2013), cartografía existente (UAECD, 2012), (IGAC, 2014), e insumos de sensores remotos específicamente ortofotomosaicos existentes para el área urbana de Bogotá (UAECD - IDECA, 2014) y para los municipios de Cundinamarca (Gobernación Cundinamarca, 2010). A continuación en la Tabla 13 se presentan, en rasgos generales, las características y atributos más relevantes de las variables analizadas. Para un mayor detalle las figuras de cada una de las variables pueden ser consultadas de forma más legible en el anexo Anexo 12. Figuras de detalle v.estado.

Tabla 13. Rasgos generales, las características y atributos más relevantes de las variables de estado analizadas

Variables del medio físico - abiótico	
	<p>Geología Se presentan las siguientes unidades y su respectiva calificación de potencial:</p> <p>I. Terrazas altas: Depósitos de origen lacustre donde predominan arcillas y limos, es la unidad con menor probabilidad de <i>inundación</i> que no tiene aporte actual de sedimentos, es la unidad más consolidada por su edad. Potencial: Moderado (2).</p> <p>II. Llanura aluvial: se compone principalmente de material transportado y depositado por el río <i>Bogotá</i> como depósitos fluviales del cauce actual, es la unidad <i>más</i> inconsolidada por ser la <i>última</i> depositada. Potencial: Bajo (1).</p>

	<p>Geomorfología</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Las Planicies y deltas lacustrinos (Fpla): extensiones de aspecto aterrazado y morfología ondulada y limitada hacia los cauces por escarpes de 2-20 m de altura. Potencial: Moderado (2). II. Meandros abandonados (Fmc): son tramos desconectados por el río con superficies de encharcamiento. III. Planos anegadizos (Fpa): generados por encharcamientos pluviales dada su forma de artesa que no permite el drenaje. IV. Planicies o llanuras de inundación (FPI): zonas eventualmente inundables que bordean el cauce del río Bogotá. V. Basines - cubetas (Fcd): áreas propensas a la erosión en inundación por ser cuerpos en forma de artesa localmente llenas de agua, de bajo relieve casi planas y pobremente drenadas, formadas por desborde. <p>Las unidades anteriores son de Potencial: Bajo (1).</p> <ol style="list-style-type: none"> VI. Barras puntuales (Fbp): cuerpos en forma de medialuna, localizados en la curvatura de los ríos, susceptibles a erosión y desaparición por la dinámica fluvial. Potencial: Nulo (0).
	<p>Hidrogeología:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Acuíferos de Baja productividad: capacidad específica entre 0,05 y 1,0 l/s/m: Acuíferos libres y confinados con agua de regular calidad y baja productividad. Potencialidad: Moderada (2).
	<p>Geotecnia:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Terrazas y conos potencialmente licuables: Depósitos de origen fluvial, de llanuras de inundación, arcillas y limos, esporádicamente con gravas y bloques. Por ser zonas más altas al nivel del río, son zonas moderadamente estables. Potencialidad: Moderada (2) II. Depósitos Lacustres: son depósitos con predominio de arcillas y limos, son áreas muy cercanas al río y susceptibles a inundación y erosión. Potencialidad: Baja (1)

<p>CONVENCIONES Área de estudio Amenaza sísmica Referencia</p>	<p>Sísmica</p> <p>I. Amenaza sísmica intermedia: es el conjunto de lugares en donde la aceleración y velocidad (Aa o Av) o ambos son mayores de 0,10 y ninguno de los dos excede 0,20. Se considera al igual que la hidrogeología una variable homogénea.</p> <p>Potencialidad: <u>Moderada (2)</u></p>
<p>CONVENCIONES Área de estudio Severidad de inundación ALTA INTERMEDIA BAJA</p>	<p>Inundación</p> <p>I. Amenaza baja: son áreas no inundables.</p> <p>Potencialidad: <u>Alta (3)</u></p> <p>II. Amenaza intermedia: son áreas que son propensas a presentar inundaciones en los años que se presenten fenómenos de variabilidad climática críticos.</p> <p>Potencialidad: <u>Moderada (2)</u></p> <p>I. Amenaza alta: son las áreas más cercanas al drenaje actual del río Bogotá y más propensas a sufrir inundaciones.</p> <p>Potencialidad: <u>Baja (1)</u></p>
<p>CONVENCIONES Área de estudio USO POTENCIAL CAPACIDAD DE USO Cultivos transitorios intensivos y permanentes hortícolas Pastoreo semi intensivo Agropecuario Recursos hidrobiológicos Zona relleno materiales Zona Urbana Cuerpos de agua</p>	<p>Uso potencial del suelo</p> <p>I. Usos urbanos y rellenos de escombro (ZU y ZR) que no requieren remoción de la capa arable, la cual ya se encuentra alterada por la adición de escombros y material de excavación.</p> <p>Potencialidad: <u>Alta (3)</u>.</p> <p>II. Vocación de pastoreo intensivo (PSI) y extensivo (PEX) presentan alteraciones por compactación del suelo, en similitud con las actividades del proyecto.</p> <p>Potencialidad: <u>Alta (3)</u>.</p> <p>III. Uso agrosilvopastoril (SAP) en los que se integra la actividad agrícola y pecuaria, y que por tanto poseen capa arable conservando aun propiedades agroecológicas.</p> <p>Potencialidad: <u>Moderada (2)</u>.</p> <p>IV. Vocación de agricultura (CTI y CSS) presentan una fertilidad natural alta debido a su estructura, contenidos de materia orgánica, y nutrientes que los hace aptos para el establecimiento de sistemas agrícolas altamente productivo.</p> <p>Potencialidad: <u>Baja (1)</u></p> <p>V. Los cuerpos de agua (CRH y CA) presentes en el área del proyecto no permiten el emplazamiento del proyecto.</p> <p>Potencialidad: <u>Nula (0)</u>.</p>

Variables del medio biótico

	<p>Flora – Cobertura de la Tierra</p> <p>I. <u>Coberturas antropizadas</u> que por largos periodos ha presentado intervención del hombre y que en algunos casos presentan estados de degradación.</p> <p>Potencialidad: Alta (3)</p> <p>II. <u>Cobertura de plantación forestal</u>, que obedecen a especies exóticas, las cuales alteran la dinámica natural de los ecosistemas, generando diversos tipos de fenómenos como alelopatías que impiden el desarrollo de sucesiones naturales del bosque nativo.</p> <p>Potencialidad: Moderada (2)</p> <p>III. <u>Cobertura de mosaicos de vegetación natural</u> que por su baja representatividad y cuerpos de agua artificial sirven como área de amortiguamiento de inundaciones así como reservorios de agua durante las épocas secas. También zonas de la dinámica poblacional local, como <i>tejidos urbanos</i> y <i>obras hidráulicas</i> especialmente el Sistema Riego La Ramada.</p> <p>Potencialidad: Baja (1)</p> <p>IV. <u>Ecosistemas naturales principalmente de tipo acuático</u> como <u>zonas pantanosas</u> y la <u>ronda del río Bogotá</u>, por ser claves en la estructura ecológica principal de la Sábana de Bogotá con una alta sensibilidad ambiental en tanto soportan diversas poblaciones de aves locales y migratorias.</p> <p>Potencialidad: Nula (0)</p>
<p>Variables del medio socioeconómico y cultural</p>	<p>I. Asentamientos: Las áreas <u>suburbanas</u> son una mezcla de suelo urbano y rural donde se garantiza el abastecimiento entre éstas de bienes y servicios públicos, y dinámicas fundamentalmente comerciales e industriales, posibilitando el desarrollo de proyectos de infraestructura de gran tamaño.</p> <p>Potencialidad: Alta (3)</p> <p>II. Zonas rurales. con porcentajes bajos de población cuyos procesos de interacción y dinámicas sociales, comerciales y culturales son bajos o inexistentes.</p> <p>Potencialidad: Moderada (2)</p> <p>III. Zonas de expansión urbana: se establecen para las proyecciones de crecimiento de las ciudades. Estas zonas posibilitan que se extienda infraestructura vial, de servicios públicos y/o sociales, de áreas destinadas al usufructo colectivo como parques y áreas libres, entre otras.</p> <p>Potencialidad: Baja (1)</p> <p>IV. Suelo urbano: se localizan conglomerados humanos densos, donde se generan fuertes procesos de movilización; vínculos económicos, comerciales, educativos y sociales; focos de desarrollo; prestación de bienes y servicios públicos y sociales.</p> <p>Potencialidad: Nulo (0)</p>

	<p>Destinación económica</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Economía relacionada con <u>agricultura de subsistencia y comercial</u>, y zonas sin <u>usos productivos asociados</u>, las cuales poseen un nivel de renta del suelo menor. Potencialidad: Alta (3) II. Actividades de <u>comercio e industria</u>, que representan un nivel productivo intensivo y generador de importantes rentas del suelo por su ubicación. Potencialidad: Moderada (2) III. Presencia de flujos de <u>transporte comercial</u> con altos requerimientos de las zonas que utilizan para su actividad. También economía de <u>agricultura tradicional</u> que requiere del recurso hídrico para sus fines. Potencialidad: Baja (1) IV. Actividades relacionadas con la dinámica urbana tales como <u>vivienda, comercio, construcción, institucional</u> entre otros. Potencialidad: Nula (0)
	<p>Infraestructura social</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Terrenos baldíos o zonas donde no se localiza ningún tipo de construcción antrópica. Potencialidad: Alta (3) II. Infraestructuras para el beneficio y usufructo de la comunidad, manejadas y/o administradas por ellas mismas, a saber, casas comunales, sitios de interés religioso y/o cultural, instituciones educativas y/o de salud, entre otras. Potencialidad: Moderada (2) III. Infraestructura destinada a prestar un servicio social, esto es, a las comunidades asentadas en territorios específicos. Dicha infraestructura puede pertenecer a una entidad del Estado o a una empresa privada. Presentan una significativa utilidad para las poblaciones en donde se localizan. Potencialidad: Bajo (1)
	<p>Tamaño de la propiedad</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Predios clasificados como de mediana a gran propiedad, dado que poseen más de 20 hectáreas en su superficie. Potencialidad: Alta (3) II. Predios de rango intermedio, denominados como Minifundios y de pequeña propiedad, que presentan entre 3 a 20 hectáreas de extensión. Potencialidad: Moderada (2) III. Propiedades que se encuentran dentro de la categoría de microfundio en área rural y que además pertenecen a la Unidad Agrícola Familiar de zona centro de la provincia de Ubaté. También los predios urbanos tanto en Mosquera como en Bogotá. Potencialidad: Baja (1)

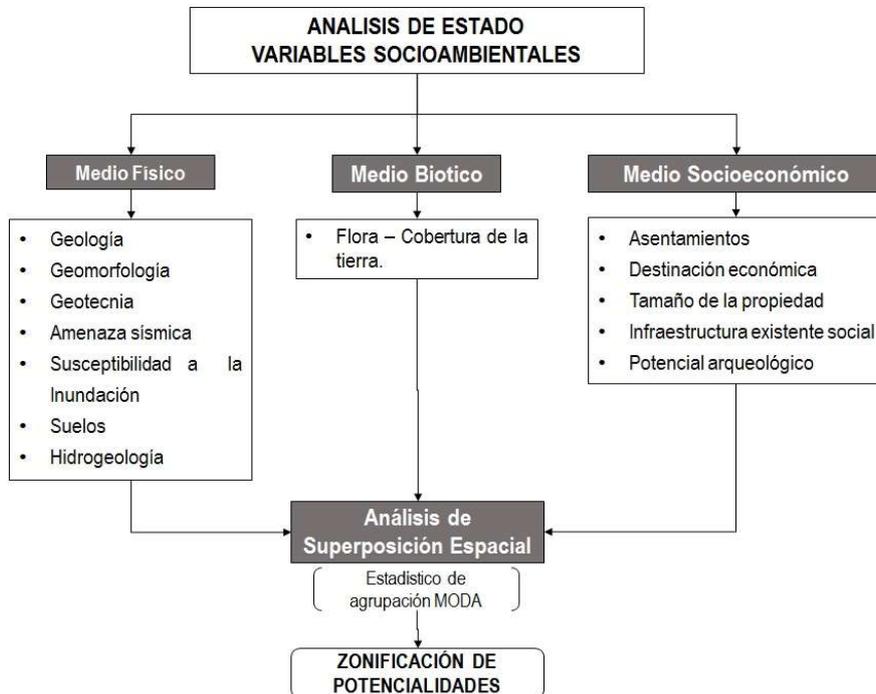


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

7.2.2 Resultados estado

El esquema que se presenta a continuación (Figura 12) resume el proceso que se siguió para obtener la composición final del estado y oferta territorial a fin de tener una mirada preliminar para la ubicación de alternativas.

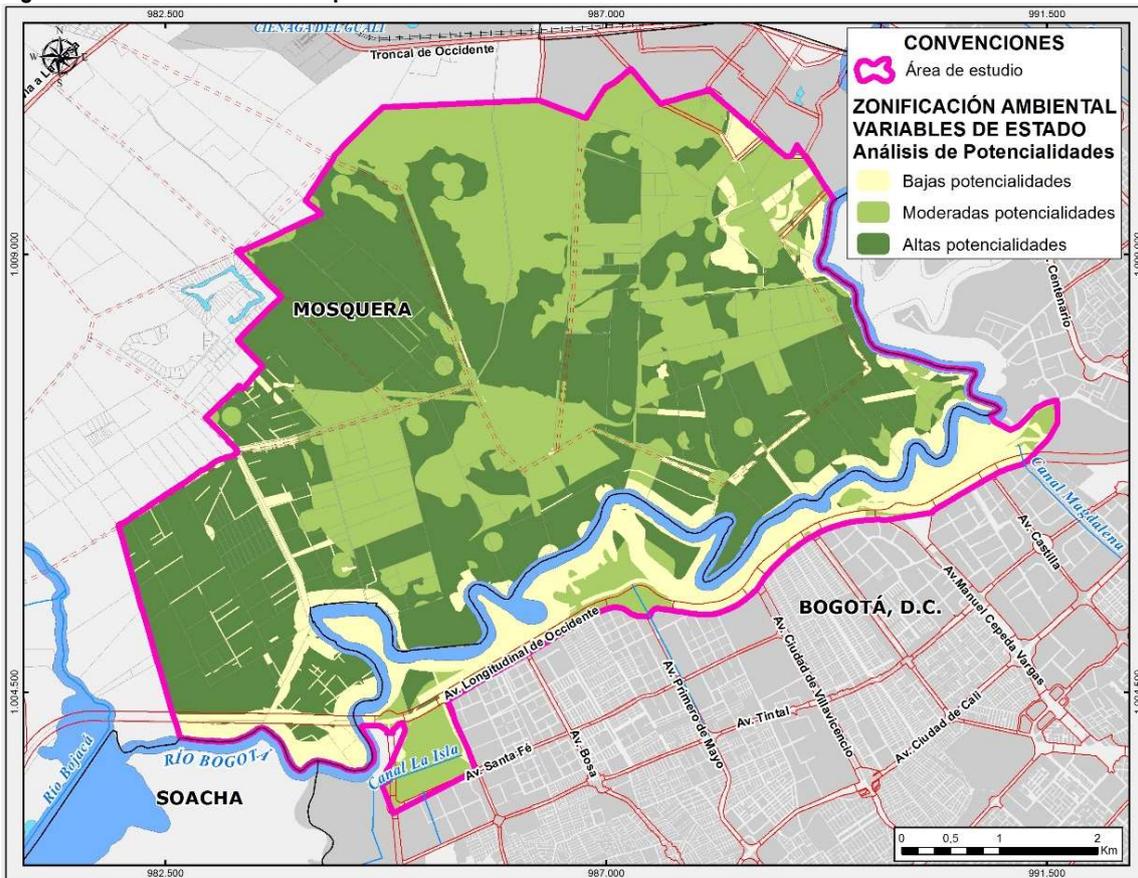
Figura 12. Variables consideradas dentro del análisis de estado



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

De acuerdo con el proceso anterior, los resultados obtenidos tras su aplicación reflejan que dominan las características moderadas y altas de posibilidades ambientales y sociales en cuanto al emplazamiento del proyecto en el área. Esto se puede apreciar en la Figura 13 en la cual se evidencia como el suelo rural del municipio de Mosquera ofrece los mejores atributos especialmente hacia los sectores noroccidentales. Las zonas centrales y sur orientales en el área de estudio poseen rasgos moderados de aptitud o potencialidad. En contraste, los sectores dentro del perímetro de la ciudad capital presentan las posibilidades más bajas en cuanto al estado socioambiental especialmente aquellas aledañas a la zona aluvial del río Bogotá, salvo en el sector de Bosa donde se resalta la presencia de zonas homogéneas calificadas como moderadas.

Figura 13. Resultado análisis de potencialidad – estado del área de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

En cuanto a extensión superficial, como se puede ver en la Tabla 14, la potencialidad alta, es el mayor porcentaje resultante con cerca del 46% de participación donde la mayoría de estas zonas se encuentran en Mosquera como se señaló anteriormente. Por su parte, la potencialidad moderada, registra un 33,65% siendo así la segunda categoría de presencia en la zona de estudio. La potencialidad baja, completa el faltante 20%, asociado a temas sociales y económicas como la infraestructura, la presencia de suelo urbano y de expansión, la economía de mayores rentas, así como también, aunque en menor medida a condiciones físicas de amenazas por fenómenos extremos hidroclimatológicos. El alto porcentaje que suma la potencialidad alta y moderada (aprox. 80%) revela cómo en el contexto geográfico, el sector delimitado como área de estudio es una zona propicia para el emplazamiento del patio taller de la operación del metro de Bogotá.

Tabla 14. Área y porcentaje del análisis de potencialidad - estado

ZONIFICACIÓN DE ESTADO (POTENCIALIDADES)	AREA (ha)	%
Bajas potencialidades	786,77	20,19
Moderadas potencialidades	1311,52	33,65
Altas potencialidades	1798,82	46,16
Total	3897,11	100,00

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

7.2.3 Análisis de respuesta o impactos

El Impacto Ambiental se define como un “cambio en una o más características fisicoquímicas, ecológicas y socioeconómicas del entorno”, se dice que se presenta un impacto ambiental cuando una acción o actividad humana produce una alteración favorable o desfavorable en alguno de los componentes del medio (CONESA, 2010).

Para el desarrollo de la evaluación multicriterio, se desarrolló una lista preliminar de impactos potenciales generados por el desarrollo de las actividades asociadas a la construcción y operación del patio taller de la PLMB. Estos se listan en la Tabla 15 a continuación.

Tabla 15. Impactos potenciales preliminares por la construcción y operación del patio taller

MEDIO	IMPACTO
Abiótico	Alteración de las áreas de drenaje y riego
	Modificación de la calidad del aire
	Modificación de las características fisicoquímicas y biológicas del suelo
	Modificación de la calidad paisajística
	Modificación en los niveles de presión sonora
	Generación de ondas elásticas (vibración)
	Modificación de las propiedades fisicoquímicas de aguas superficiales
Biótico	Alteración de la cobertura vegetal
	Modificación de la conectividad de ecosistemas
	Afectación a comunidades faunísticas
	Afectación áreas protegidas
Socioeconómico y cultural	Cambio en la destinación económica del suelo
	Modificación en el uso actual del suelo
	Afectación a la infraestructura pública o privada
	Generación de molestias por cambios en los niveles de presión sonora
	Generación de procesos de reasentamiento y reubicación
	Alteración del tráfico vehicular
	Generación de empleo
	Generación de expectativas
	Generación de plusvalía o valorización
	Alteración de las prácticas culturales
Alteración al patrimonio histórico y arqueológico	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

A partir de lo anterior, se seleccionaron los impactos que podrían ser diferenciales entre las alternativas propuestas del patio taller, con el fin de consolidar la evaluación preliminar de impactos potenciales como un insumo para la comparación de las alternativas de ubicación del patio. A continuación, en la Tabla 16 se presentan los impactos incluidos en dicho análisis.

Tabla 16. Impactos potenciales preliminares incluidos en la comparación de alternativas

MEDIO	IMPACTO
Abiótico	1. Alteración de las áreas de drenaje y riego
	2. Modificación de la calidad paisajística
Biótico	3. Alteración de la cobertura vegetal
	4. Afectación áreas protegidas
Socioeconómico y cultural	5. Modificación en el uso actual del suelo
	6. Generación de molestias por cambios en los niveles de presión sonora
	7. Generación de procesos de reasentamiento y reubicación
	8. Cambio en la destinación económica del suelo
	9. Afectación a la infraestructura pública o privada

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Con el objeto de categorizar los impactos de forma preliminar se evaluó la Naturaleza, Intensidad y la potencial Extensión de los efectos utilizando los criterios ilustrados en la Tabla 17.

Tabla 17. Definición de los impactos potenciales preliminares incluidos en la comparación de alternativas

CRITERIO	DEFINICIÓN CRITERIO	CATEGORÍAS	DEFINICIÓN CATEGORÍA	VALOR
Naturaleza	Indica el carácter beneficioso o perjudicial del efecto sobre el componente ambiental o social producto del desarrollo de las actividades.	Positivo	Cuando la acción produce una modificación favorable en el medio o en alguno de sus componentes	1
		Negativo	Cuando la acción produce una modificación desfavorable en el medio o en alguno de sus componentes.	-1
Intensidad (IN)	La intensidad representa el grado de afectación de las actividades sobre el componente ambiental o social producto del desarrollo de las actividades del proyecto.	Baja	Una afectación mínima y poco significativa.	1
		Media	Se refiere a un grado de incidencia moderado del efecto sobre el medio o en alguno de sus componentes.	2
		Alta	Grado de incidencia fuerte que actúa sobre el medio o en alguno de sus componentes.	4
		Muy alta	Grado de incidencia muy fuerte que actúa sobre el medio o en alguno de sus componentes.	8
Extensión (EX)	El área de estudio teórica del impacto con relación al entorno del proyecto.	Puntual	Cuando se afecta únicamente el sitio donde se está ejecutando la actividad que genera el impacto. Área de construcción del patio (100 ha)	1
		Parcial	Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta una actividad puntual. Trasciende el área de construcción del patio (100 ha) y sus efectos se manifiestan en las áreas colindantes.	2
		Extenso	Se puede manifestar en un área tan extensa como el AE y los efectos pueden repercutir en componentes diferentes al directamente alterado.	4

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Con el fin de disgregar los impactos para poder ser analizados en términos espaciales, cada uno de los impactos incluidos en el análisis fue relacionado con unidades cartografiables. De esta forma se establecieron ámbitos de manifestación, permitiendo aproximar el efecto a un contexto espacial que permite estimar la incidencia sobre cada elemento de los recursos afectados y comparar las potenciales alternativas de ubicación del patio taller.

Una vez asignado el valor a cada relación entre impacto y ámbito de manifestación dentro de los parámetros mencionados, se procedió con la cuantificación del Índice de Importancia Ambiental, entendido como la importancia de la

acción sobre cada componente ambiental alterado. La importancia está representada conforme con la siguiente formulación:

$$I = NA*[3*IN]+[2*EX]$$

Dónde:

I = Índice de Importancia

NA = Naturaleza

IN = Intensidad

EX = Extensión

Como resultado de este proceso se obtuvo la matriz de importancia con valores de impacto negativo, que oscilaron entre $\pm(5)$ y $\pm(32)$. Una vez obtenidos los valores de importancia para cada impacto, estos fueron clasificados de acuerdo a los siguientes rangos (Tabla 18).

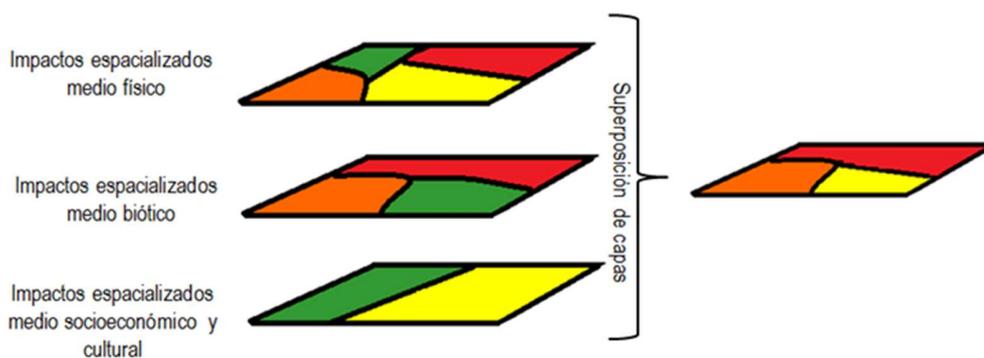
Tabla 18. Clasificación y rangos de los impactos

Impactos Naturaleza Negativa	
Irrelevante	0 - (-8)
Moderado	(-9) - (-16)
Severo	(-17) - (-25)
Critico	(-26) - (-32)
Impactos Naturaleza Positiva	
Considerables	0 - 16
Relevantes	17 - 25
Muy Relevantes	26 - 32

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Por último, se realizó la zonificación de impacto ambiental, mediante al uso del Software ArcGis con el cual se espacializaron los ámbitos de manifestación calificados. En la Figura 14 se esquematiza el proceso; en el proceso de integración de capas se tomaron los valores máximos del Índice de Importancia Ambiental que confluyen en un mismo punto geográfico.

Figura 14. Superposición de capas para el proceso de zonificación



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2015.

7.2.4 Resultados variables respuesta

En la Tabla 19 se presenta la definición de los impactos que presentan un diferencial en su manifestación y que por lo tanto se comportan como criterios heterogéneos que aportan al ejercicio de ubicación de las alternativas en sectores donde exista menor impacto.

Tabla 19. Definición de los impactos potenciales preliminares incluidos en la comparación de alternativas

MEDIO	IMPACTO	DEFINICIÓN
Abiótico	1. Alteración de las áreas de drenaje y riego	En el área de estudio se encuentra el distrito de riego La Ramada, el cual cuenta con una red de canales que proporcionan un suministro permanente de agua para labores de irrigación, drenaje y en general agropecuarias. Las actividades de construcción del patio taller y de obras anexas pueden generar el cierre y/o modificación de los canales existentes en la zona, que conducen el agua para labores de riego, o la interrupción del flujo de agua. Estos aspectos pueden ocasionar como consecuencia, afectaciones en la disponibilidad del recurso aguas abajo de las obras, el cual es fundamental para el riego de cultivos y uso en general para actividades agropecuarias.
	2. Modificación de la calidad paisajística	Cambios en la calidad paisajística debido a los elementos que aporte el proyecto al paisaje.
Biótico	3. Alteración de la cobertura vegetal	Se entiende como un cambio en el área u ocupación de la cobertura existente, ya sea por eliminación o por el restablecimiento de la misma; implica la alteración de la estructura y composición florística.
	4. Afectación áreas protegidas	Pérdida o afectación del suministro de bienes y servicios ambientales con carácter especial.
Socioeconómico y cultural	5. Modificación en el uso actual del suelo	Cambio de las actividades realizadas actualmente sobre el suelo para ejecutar las labores del proyecto.
	6. Generación de molestias por cambios en los niveles de presión sonora	Molestias a las comunidades residentes en el área de estudio por la variación en la intensidad del sonido en un área por el desarrollo de diferentes actividades antrópicas tales como la utilización de maquinaria, vehículos y equipos. Se considera que en áreas de mayor densidad poblacional, el impacto se manifestará con una mayor valoración.
	7. Generación de procesos de reasentamiento y reubicación	Unidades familiares que se vean afectadas a causa del emplazamiento del proyecto, debiendo ser reasentadas y/o reubicadas al interior de su predio, con iguales o mejores condiciones.
	8. Cambio en la destinación económica del suelo	Es la modificación de la relación que tienen los propietarios, poseedores y/o aparceros con su predio y el uso que le dan a éste. Si las destinaciones actuales son: industrial, comercial, agrícola, agropecuaria, pecuaria, de servicios sociales (salud, educación, vivienda, recreación, medios de comunicación y vías de acceso), públicos (acueducto, energía eléctrica, alcantarillado, teléfono, gas) se vería afectada debido al cambio en el uso de suelo.
	9. Afectación a la infraestructura pública o privada	Las infraestructuras y/o mejoras existentes en el área tendrían restricciones de uso por el emplazamiento del proyecto. A saber, construcciones de tipo público o privado que prestan servicios a los habitantes se vería limitadas repercutiendo en las dinámicas sociales y económicas de las familias y las comunidades, debido a la pérdida temporal o definitiva de los servicios que ofrecen.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Para el desarrollo de la calificación, a cada uno de los impactos establecidos se les asignó elementos espaciales sobre los que se presentarían en diferentes magnitudes los efectos. En la se presentan los diferentes ámbitos de manifestación utilizados en la calificación:

Tabla 20 Impactos y ámbitos de manifestación definidos

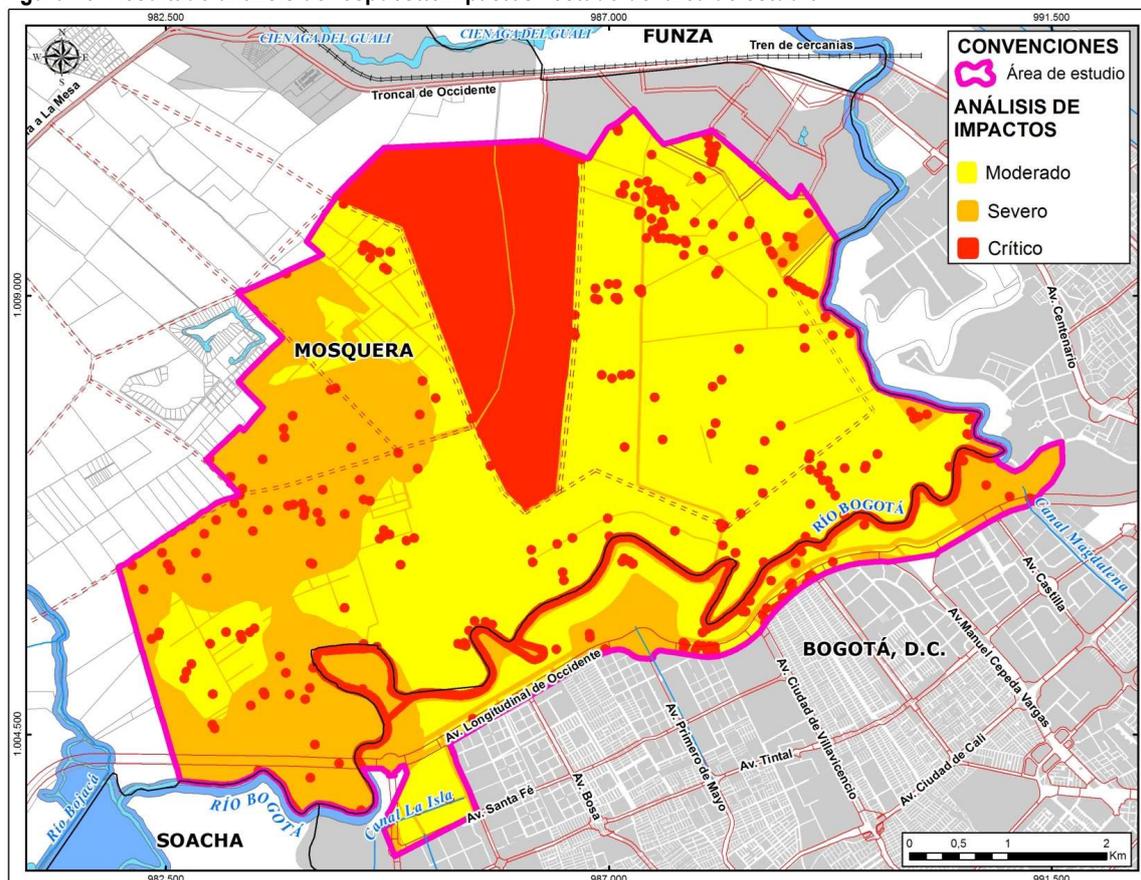
MEDIO	IMPACTO		ÁMBITO DE MANIFESTACIÓN			
Abiótico	1	Alteración de las áreas de drenaje y riego	1	Densidad de canales baja		
			2	Densidad de canales media		
			3	Densidad de canales alta		
			4	Canales		
	2	Alteración del paisaje / calidad visual	1	Urbano		
			2	Rural		
			3	Suburbano		
			4	Expansión		
Biótico	3	Alteración de la cobertura vegetal	1	244. Mosaico de pastos con espacios naturales 315. Plantación forestal		
			2	141. Zonas verdes urbanas 21. Cultivos transitorios 225. Cultivos confinados 231. Pastos limpios		
				3	111. Tejido urbano continuo 1131. Vivienda rural dispersa 121. Zonas industriales o comerciales 1221. Red vial y territorios asociados 125. Obras hidráulicas 1321. Otros sitios de disposición a cielo abierto 333. Tierras desnudas y degradadas 334. Zonas quemadas	
					4	Afectación áreas protegidas
						1
			2		Resto del área	
	Socioeconómico y cultural	5	Modificación en el uso actual del suelo	1	Forestal, Conservación	
				2	Ganadería	
				3	Agrícola	
				4	Zonas Urbanas	
6		Generación de molestias por cambios en los niveles de presión sonora	1	Urbano		
			2	Rural (Tejido Casas), Suburbano, Expansión		
			3	Rural sin viviendas		
7		Generación de procesos de reasentamiento y reubicación	1	Predio viviendas a reasentar		
			2	Resto del área de estudio		
8		Cambio en la destinación económica del suelo	1	Transporte y comercio -Comercio e industria - Vivienda, comercio y construcción		
			2	Agropecuaria de subsistencia y comercial - Agropecuario comercial		
			3	Agricultura comercial - Agricultura de subsistencia y comercial		
			4	Sin uso productivo asociado		
9		Afectación a la infraestructura pública o privada	1	No. De predios público o privados.		

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Las anteriores capas fueron articuladas en un ejercicio de superposición, dando los resultados espaciales que se muestran en la Figura 15. Se considera que el impacto generado por el proyecto en las 564 ha áreas del Distrito de Conservación De Suelos Tibaitatá sería crítico, ya que constituyen áreas de investigación y demostrativas comerciales agrícolas de importancia nacional, regional y local cuyo fin es mantener la generación y ofertas de investigaciones, desarrollo e innovaciones para el uso y manejo de los suelos del altiplano cundiboyacense (CORPOICA, 2012).

También destacan dentro del impacto crítico la infraestructura social, dados los procesos de reasentamiento que requieren para su manejo. Las áreas y porcentajes se listan en la Tabla 21.

Figura 15. Resultado análisis de respuesta/impactos– estado del área de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Tabla 21. Área y porcentaje del análisis de resultados - impactos

ZONIFICACIÓN DE RESULTADOS (IMPACTOS)	AREA	%
Moderado	1948,16	49,99
Severo	1092,97	28,05
Crítico	855,98	21,96
Total	3897,11	100,00

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

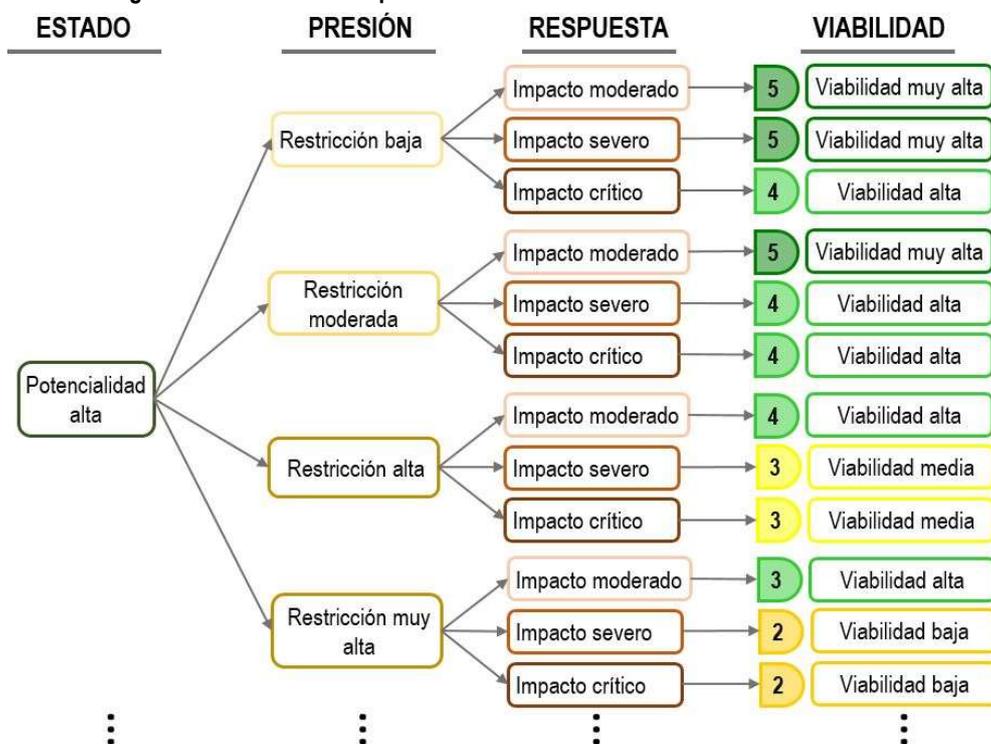
7.3 Zonificación de viabilidad ambiental

La viabilidad ambiental constituye la síntesis como paso final del proceso metodológico del análisis de presión, estado y respuesta. Consiste en la integración y correlación espacial de las variables anteriormente analizadas y muestra de forma geográfica las zonas categorizadas de acuerdo con el nivel de posibilidades sociales, ambientales y normativas para el emplazamiento del patio taller de la PLMB.

El proceso metodológico, consistió fundamentalmente en un análisis multivariado de elementos. La síntesis se realizó mediante herramientas de teoría de conjuntos, específicamente *unión* a través de sistemas de información geográfica. El estadístico seleccionado para la determinación de la potencialidad o estado del territorio fue la *moda*, considerando que la zona que más valores del mismo tipo tuviera (p.e. calificación de 2 en el 70% de las variables) representaba así mismo la característica dominante en cuanto a oferta social y ambiental para el proyecto

La relación entre los resultados de las variables que determinaron el estado o potencialidades, la presión o restricciones, y la respuesta o los impactos, se efectuó a través un análisis de árbol de decisiones utilizando para ello herramientas de análisis espacial mediante la aplicación de sistemas de información geográfica. Las condiciones y combinaciones posibles fueron agrupadas en una escala de cero (0) a cinco (5), resultando por lo tanto seis (6) clases de viabilidad ambiental, donde los valores menores representaron: no viable y muy baja viabilidad, en contraste con los valores altos que determinaron las categorías de alta y muy alta viabilidad. La Figura 16 muestra a manera de ejemplo una de las ramas de decisión al integrar los resultados de las variables ya mencionadas.

Figura 16. Metodología de árbol de decisión para determinación de viabilidad ambiental



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Tabla 22 permite identificar de forma completa las combinaciones y calificaciones obtenidas en la determinación de la viabilidad ambiental. La lógica aplicada en el análisis de las relaciones posibles, parte del hecho que al existir una condición de estado con potencialidades altas, en sinergia con una presión territorial de pocas o bajas restricciones, y simultáneamente en condiciones de impactos moderados a irrelevantes, el resultado será una viabilidad denominada como muy alta en los elementos sociales y ambientales. En contraposición, cuando el estado de este espacio geográfico ofrece potencialidades bajas, y se presentan altas presiones en el territorio ya sea por la dinámica sociodemográfica de la sabana de Bogotá o por decisiones en el ordenamiento territorial, y así mismo se propician condiciones de impactos severos a críticos, los resultados de la viabilidad social y ambiental se orientan hacia la muy baja o nula posibilidad para el emplazamiento y construcción del patio taller del metro.

Tabla 22. Calificación de la viabilidad socio ambiental

VIABILIDAD SOCIOAMBIENTAL		RESPUESTA Impacto	PRESIÓN - Restricciones			
			2	3	4	5
ESTADO Potencialidades	3	3	5	5	4	3
		4	5	4	3	2
		5	4	4	3	2
	2	3	4	4	3	2
		4	4	3	3	2
		5	3	2	2	1
	1	3	3	3	2	1
		4	3	2	2	0
		5	2	2	1	0
			2	3	4	5
			RESPUESTA - Impactos			

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

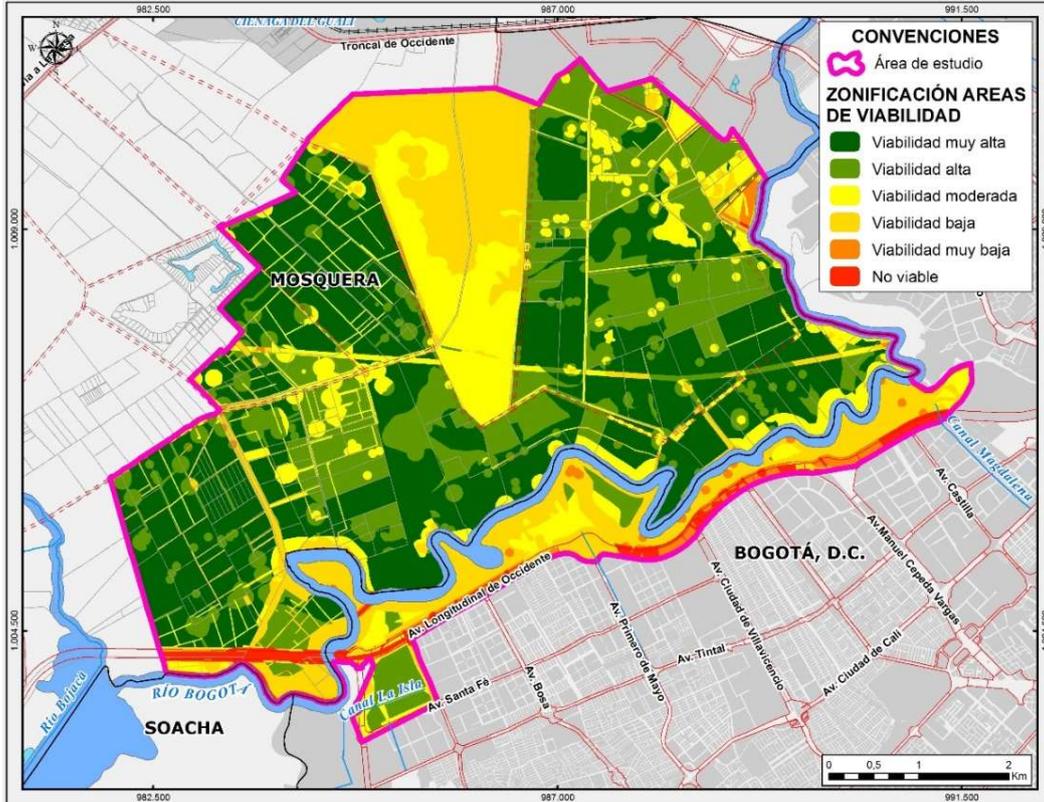
Para distinguir la respuesta de este análisis en el área de estudio, se realizó una superposición espacial, la cual se presenta en la Figura 17, donde se puede constatar la presencia de las seis (6) clases de viabilidad. Se puede observar que la más frecuente y con mayor cubrimiento en el territorio es la viabilidad muy alta, la cual se presenta significativamente en mayor proporción en la jurisdicción del municipio de Mosquera, indicando en términos generales que esta es una zona con buenas potencialidades en elementos físicos, bióticos, sociales, económicos y que también se refleja por los impactos y presiones moderadas por ser suelo rural.

En el área que corresponde a Bogotá se identifican todos los niveles de viabilidad pero domina de forma determinante la calidad baja para el emplazamiento del proyecto principalmente asociado a temas de restricciones por objetivos de conservación y protección de las áreas aledañas al río Bogotá, pero también por la posibilidad de desarrollos urbanos futuros dada la existencia de planes parciales en la zona, todo lo anterior de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial vigente de la ciudad capital, según se cita en el Decreto 190 de la (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2004).⁴

⁴ Artículo 109. Zona de manejo y preservación del río Bogotá (artículo 45 del Decreto 619 de 2000, modificado por el artículo 99 del Decreto 469 de 2003).

La zona de manejo y preservación del Río Bogotá, es el área contigua a la ronda hidráulica, que tiene como mínimo 270 metros de ancho. Su manejo debe contribuir al mantenimiento, protección y preservación ambiental del ecosistema.

Figura 17. Distribución espacial de la viabilidad socioambiental en el área de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Finalmente, la Tabla 23 muestra la participación de superficie y porcentual de cada una de las categorías de viabilidad, confirmando las altas posibilidades del área de estudio para el desarrollo del proyecto ya que alrededor del 58% tiene nivel de alta y muy alta viabilidad. Así mismo el nivel moderado sobresale con cerca de un 17%, indicando que con cierto grado de inversión y gestión se mejoran aún más las garantías para el establecimiento del patio taller del metro. De otro lado, vale la pena señalar los bajos porcentajes de los niveles que restringen el objetivo del proyecto, los cuales son del orden del 1%, donde la categoría de No viable es la que menor porcentaje de presencia posee.

Tabla 23. Área y porcentaje de la zonificación de viabilidad socioambiental

CATEGORIA	AREA (ha)	%
No viable	46,99	1,21%
Viabilidad muy baja	68,64	1,76%
Viabilidad baja	714,36	18,33%
Viabilidad moderada	648,34	16,64%
Viabilidad alta	880,06	22,58%
Viabilidad muy alta	1.364,14	35,00%
Total	3.897,11	100,00%

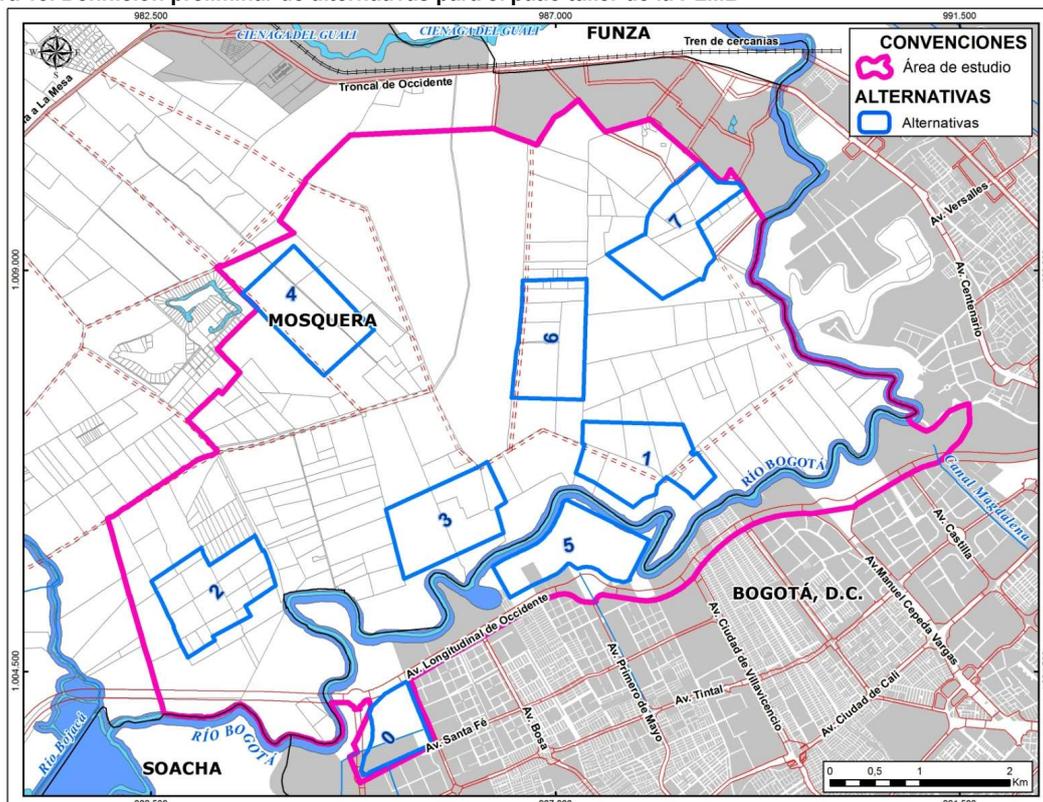
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

7.4 Definición preliminar de alternativas

Para la definición de las alternativas de ubicación del patio taller, se realizó un proceso de búsqueda de áreas homogéneas en términos de mayor viabilidad para el proyecto, con la premisa de encontrar predios que tuvieran áreas disponibles entre 80 ha a 100 h²a. Adicionalmente se consideró la ubicación de una alternativa en las áreas de mejor bondades para el patio- taller dentro del distrito de Bogotá, dada la connotación de pertenencia del proyecto.

En esta etapa se realizó la ubicación de siete alternativas dentro del área estudio, cuya ubicación espacial se muestra en la Figura 18.

Figura 18. Definición preliminar de alternativas para el patio taller de la PLMB



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

7.5 Definición final de alternativas

Buscando enfocar el esfuerzo en el modelo de decisión, se realizó un descarte preliminar de alternativas basado en costos, dejando de esta manera solo cinco (5) alternativas las cuales se muestran en la Figura 19.

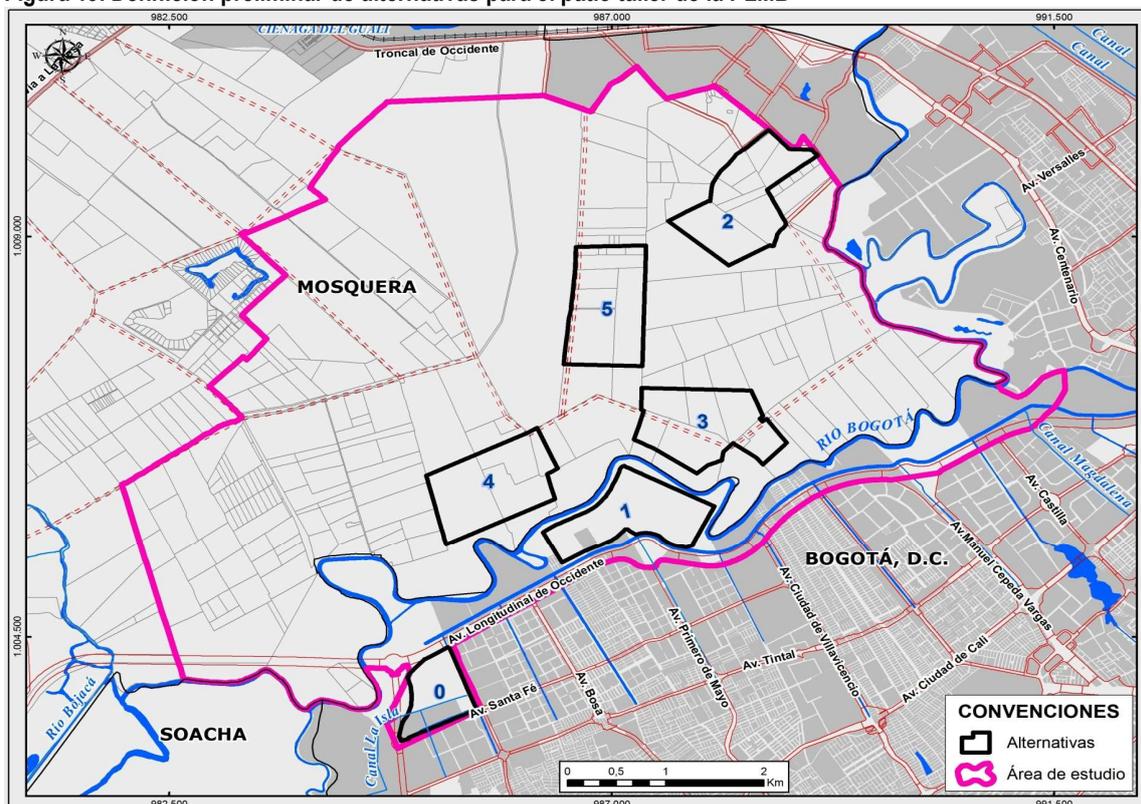
Las alternativas que inicialmente se numeraron 4 y 2, fueron descartadas pues su distancia al portal de las Américas (punto de conexión entre la línea del metro y el patio taller), incrementaba sustancialmente el valor del proyecto, teniendo como referente los siguientes ítems:

- I. Adquisición predial
- II. Adecuación del pavimento de vías existentes. No incluye predios ni obras de drenaje.

⁵ Esta área se requiere para la ubicación del patio taller de la PLMB y futuras ampliaciones, al igual que para una posible estación de transferencia localizada en una zona anexa y exterior al patio taller.

- III. Construcción vías de acceso nuevas, para etapa de construcción. No incluye predios ni obras de drenaje.
- IV. Construcción vías definitivas (nuevas), para acceso al patio. No incluye predios ni obras de drenaje.
- V. Construcción tramo de conexión férrea

Figura 19. Definición preliminar de alternativas para el patio taller de la PLMB



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

De esta manera se obtuvieron cinco alternativas consideradas viables, según criterios de tipo financiero, urbanístico, social, predial, ambiental, técnicos y operativos, las cuales fueron nuevamente numeradas de 1 a 5. Es importante mencionar que se dejó como referente la alternativa evaluada por el Consorcio L1 en Bosa 37 (Consorcio L1, 2014) denominada para el presente estudio como alternativa cero (0).

Algunas de las características de las alternativas seleccionadas y su conexión con el portal Américas se presentan en la Tabla 24.

Tabla 24. Características generales de las alternativas analizadas para el patio taller y su conexión con el portal Américas

Característica		Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5
Alternativa de Patio Talleres	Área (hectáreas)	45,3	88,1	100,8	100	100,1	100
	Topografía y terreno	1-3%	(*)	1-3%	1-3%	1-3%	1-3%
Línea de conexión desde el Portal	Longitud estimada de la línea de conexión (km)	5,18	2,37	5	2,84	4,06	4,42
	Longitud estimada que se cruza con el predio Gibraltar	1,18	1,27	1,19	1,19	1,18	1,19

Característica		Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5
Américas hasta las alternativas	(km)						
	Cantidad de cruces con líneas eléctricas de alta tensión	1	1	2	1	1	2
	Cantidad de cruces con el río Bogotá	0	0	1	1	1	1

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

(*)Una parte de la alternativa 1 (cerca de 57 ha), se ubica en el predio El Corzo, el cual es propiedad del acueducto; allí, actualmente se está realizando el secado, mezcla 1:1 con suelo del sitio y disposición de los sólidos de la planta El Salitre. Esto muestra diferencias con alturas de relleno que pueden variar entre 2 y 5m de altura.

8 MODELO DE DECISIÓN

8.1 Metodología del modelo

La comparación de alternativas se fundamentó en un análisis integral de criterios múltiples que involucró cuatro componentes macro de evaluación: I). Financiero, II). Socioambiental, III). Territorial y IV). Riesgos. Los cuales se ordenaron según un “nivel de preferencia” para cada variable; donde a cada alternativa por criterio, se le asignó un valor ordinal de uno (1) a la menos conveniente y cinco (5) a la más conveniente, según la estructura que se presenta en la Tabla 25.

Tabla 25. Estructura de preferencia de alternativas según grado de conveniencia

Orden de Elegibilidad (Preferencia)	Descripción
5	Más conveniente
4	Segunda más conveniente
3	Tercera conveniente
2	Segunda conveniente
1	Menos conveniente

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Cada asignación se normalizó con el fin de obtener una escala estandarizada que permitiera optimizar el proceso de comparación y selección.

8.1.1 Criterios

Las cuatro (4) variables o criterios fundamentales para lograr la mejor decisión sobre la ubicación del patio-taller de la PLMB, fueron sometidos a revisión por parte de las entidades involucradas: Financiera de Desarrollo Nacional (FDN), el Distrito Capital y el Gobierno Nacional, quienes generaron dos escenarios de pesos para cada una de las variables. La descripción de los criterios y los pesos de los mismos se presentan en la Tabla 26. La matriz de pesos por cada una de las entidades se presenta en el Anexo 11. Matriz de pesos entidades involucradas.

Tabla 26. Criterios del modelo

No.	CRITERIOS	Escenario A	Escenario B	METODOLOGÍA
1	FINANCIEROS	10,0%	27,2%	Evalúa el costo total, incluyendo compra de predios, adecuaciones del terreno, equipamientos, redes de servicios básicos y costo de la infraestructura asociada al ramal técnico, y demás costos en los que se pueda incurrir por el desarrollo del proyecto en la alternativa de ubicación.
2	AMBIENTALES	20,0%	21,1%	Esta variable incluye el potencial que ofrecen las características propias del territorio en términos físicos, bióticos y socioculturales

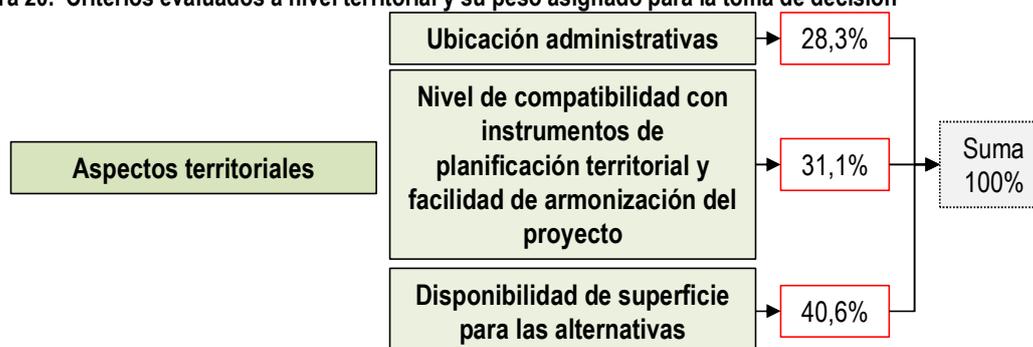
No.	CRITERIOS	Escenario A	Escenario B	METODOLOGÍA
				para el emplazamiento del proyecto. También, incluye el nivel de restricciones o presiones que se deberían gestionar para viabilizar el proyecto, y el nivel de impacto que se generaría por la ejecución del mismo en el área de alternativa.
3	TERRITORIALES	35,0%	24,4%	Considera aspectos propios de la gestión territorial (regulación y gobernabilidad) donde se ubica cada alternativa: 1. Ubicación administrativa. 2. Compatibilidad con el ordenamiento territorial (uso reglamentado). 3. Disponibilidad de superficie para expansiones propias del uso del Patio - Taller u otros desarrollos que en el futuro se puedan incorporar, para las alternativas.
4	RIESGOS	35,0%	27,2%	Considera aspectos que pueden generar cambios radicales en el planteamiento original del proyecto, primordialmente en lo relacionado con costos y tiempos.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

De los anteriores criterios, la variable territorial (Figura 20) y la variable de riesgos (Figura 21), agrupan sub criterios a los que también se le asignaron por parte de las entidades involucradas, los pesos por los cuales se pondera para la toma de decisión.

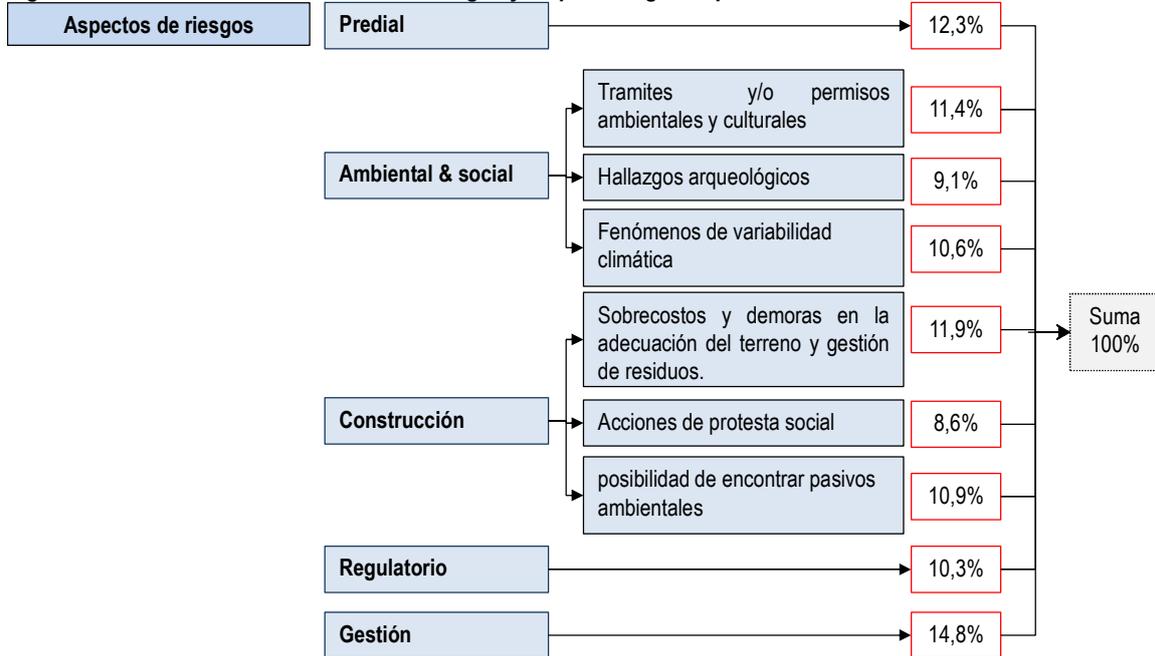
Es importante mencionar que la categoría de riesgos ambientales y sociales, agrupa tres tipos de riesgos: Demoras por gestión de licencia, trámites y/o permisos ambientales y culturales; demoras por hallazgos arqueológicos y fenómenos de variabilidad climática manifestados a través de inundaciones principalmente durante la etapa constructiva; por su parte la variable de riesgos constructivos agrupa tres clases de riesgos: Sobrecostos y demoras en la adecuación del terreno y gestión de residuos., demoras en el transporte y traslado de equipos por acciones de protesta social y el riesgo relacionado con la posibilidad de encontrar pasivos ambientales.

Figura 20. Criterios evaluados a nivel territorial y su peso asignado para la toma de decisión



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Figura 21. Criterios evaluados a nivel de riesgos y su peso asignado para la toma de decisión



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Para la elección o elegibilidad final de las alternativas se tomó nuevamente una escala de 1 a 5, pero en este caso, la alternativa que obtuviera la mayor suma ponderada obtendría el orden de 1 (o primera a elegir) y a la de menor valor se le asignó 5 (último orden a elegir) que significa que es la menos viable para el emplazamiento del proyecto.

A continuación se describen cada uno de los criterios empleados para el modelo de decisión. La matriz diligenciada se puede consultar en el Anexo 6. Matriz de decisión.

8.1.2 Criterios financieros / Costo

8.1.2.1 Definición

Este ítem evaluó el costo total de cada una de las alternativas planteadas, incluyó compra de predios, adecuaciones del terreno, equipamientos, redes de servicios básicos y costo de la infraestructura asociada al ramal técnico, y demás costos en los que se pueda incurrir por el desarrollo del proyecto en la alternativa de ubicación. La información fue obtenida de la Base de datos del Instituto de Desarrollo Urbano IDU (2016) y de la Base de datos de Consultoría Colombiana S.A. (2016).

Para la calificación se evalúan las alternativas para cada criterio en una escala ordinal de 1 a 5 donde, 5 es la alternativa más conveniente o más elegible (mejor alternativa) y 1 es la alternativa menos conveniente, dado que sería la que tendría más costos asociados.

8.1.2.2 Resultados

En la Tabla 27 se presentan los resultados de análisis de costos realizados para las cinco alternativas evaluadas, donde se denota que la alternativa 1, es la que requiere la menor inversión con \$1.250.085,0 (Millones de COP). La comparación a nivel de costos entre alternativas se ilustra en la Figura 22.



Consultoría Colombiana S.A.



El desglose del Análisis de costos se presenta en el Anexo 7. Además se presenta un documento soporte en el Anexo 8. Análisis técnico del proyecto.

Tabla 27. Costos del proyecto en cada una de las alternativas evaluadas (Millones de pesos colombianos)

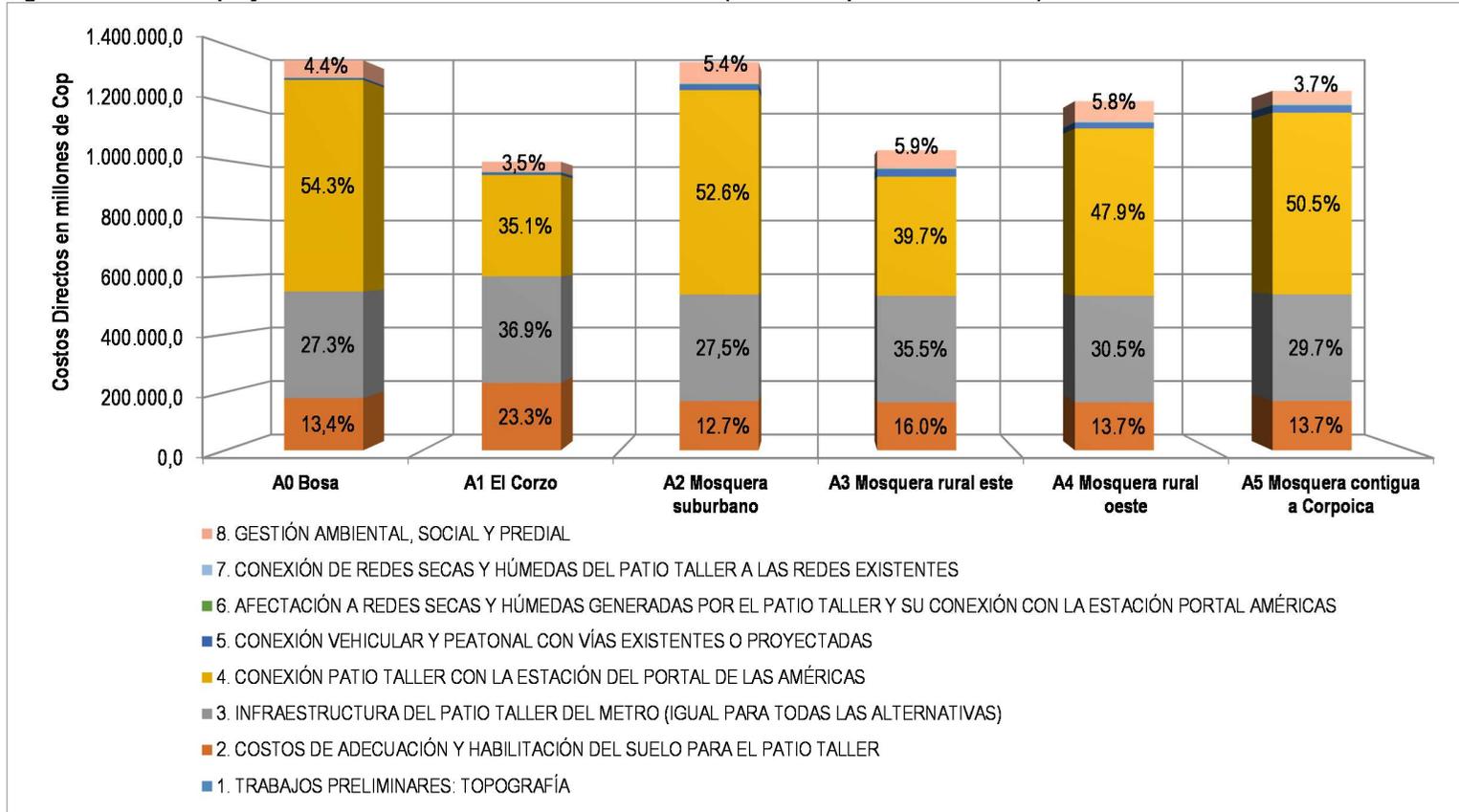
ITEM	ASPECTO	A0	A1	A2	A3	A4	A5
1	1. TRABAJOS PRELIMINARES: TOPOGRAFÍA	249,8	252,0	252,0	252,0	252,0	252,0
2	2. COSTOS DE ADECUACIÓN Y HABILITACIÓN DEL SUELO PARA EL PATIO TALLER	179.934,6	232.054,3	169.431,9	165.190,7	165.190,7	170.138,7
3	3. INFRAESTRUCTURA DEL PATIO TALLER DEL METRO (IGUAL PARA TODAS LAS ALTERNATIVAS)	367.639,6	367.639,6	367.639,6	367.639,6	367.639,6	367.639,6
4	4. CONEXIÓN PATIO TALLER CON LA ESTACIÓN DEL PORTAL DE LAS AMÉRICAS	729.628,2	349.500,1	704.921,6	410.620,1	576.896,4	626.649,9
5	5. CONEXIÓN VEHICULAR Y PEATONAL CON VÍAS EXISTENTES O PROYECTADAS	5.558,2	7.874,8	18.937,7	25.311,6	19.492,3	23.964,5
6	6. AFECTACIÓN A REDES SECAS Y HÚMEDAS GENERADAS POR EL PATIO TALLER Y SU CONEXIÓN CON LA ESTACIÓN PORTAL AMÉRICAS	1.430,1	1.843,3	2.556,6	2.344,8	1.928,2	2.241,6
7	7. CONEXIÓN DE REDES SECAS Y HÚMEDAS DEL PATIO TALLER A LAS REDES EXISTENTES	1.304,5	1.316,1	2.461,4	2.803,2	3.116,3	3.207,5
8	8. GESTIÓN AMBIENTAL, SOCIAL Y PREDIAL	59.178,4	35.048,2	72.782,4	60.920,5	69.965,9	45.807,9
TOTAL COSTO DIRECTO		1.344.923,3	995.528,4	1.338.983,0	1.035.082,5	1.204.481,4	1.239.901,8

A	%	22	295.883,1	219.016,2	294.576,3	227.718,2	264.985,9	272.778,4
I	%	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
U	%	3	40.347,7	29.865,9	40.169,5	31.052,5	36.134,4	37.197,1
IVA SOBRE UTILIDAD	%	19	7.666,1	5.674,5	7.632,2	5.900,0	6.865,5	7.067,4

Total en Millones de COP	1.688.820,2	1.250.085,0	1.681.361,0	1.299.753,1	1.512.467,3	1.556.944,7
Diferencia con el menor valor	\$ 438.735,2	\$ -	\$ 431.276,0	\$ 49.668,1	\$ 262.382,3	\$ 306.859,7

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Figura 22. Costos del proyecto en cada una de las alternativas evaluadas (Millones de pesos colombianos)



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

8.1.3 Criterios ambientales / Viabilidad ambiental y social

8.1.3.1 Definición

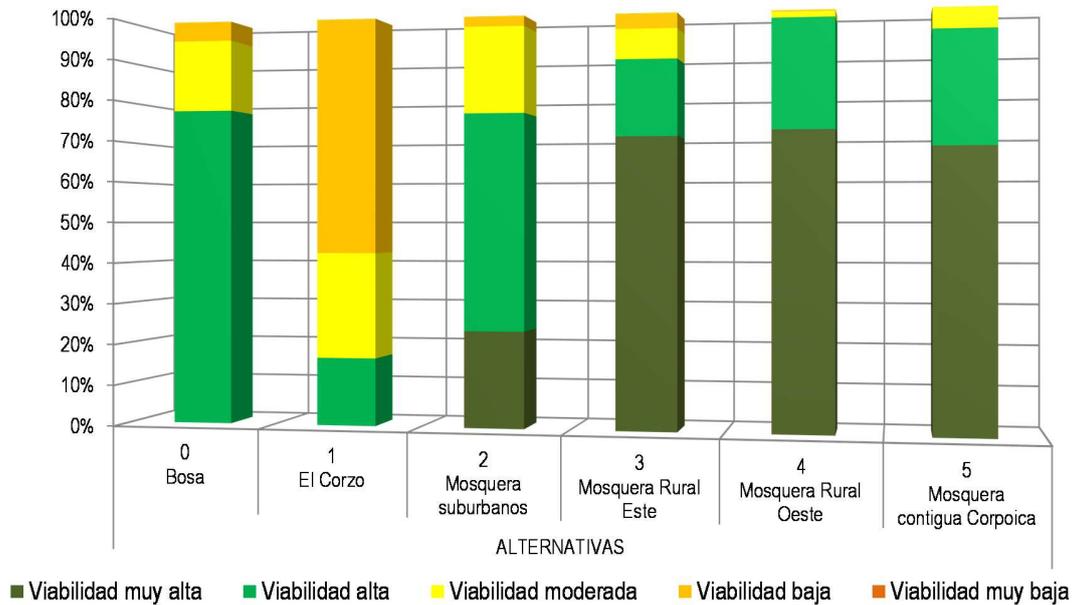
Esta variable incluye el potencial que ofrecen las características propias del territorio en términos físicos, bióticos y socioculturales para el emplazamiento del proyecto, y el nivel de gestión y manejo socioambiental que se requiere para hacer el proyecto compatible con el entorno.

También, incluye el nivel de restricciones o presiones que se limita al desarrollo de actividades de construcción ya que existe un marco legal que limita tal uso, las cuales se deben gestionar para viabilizar el proyecto y el nivel de impacto (irrelevante, moderado, severo o crítico) socioambiental que se generaría por la ejecución del mismo en el área de cada alternativa.

Para la calificación se toma como base los resultados de las zonificaciones de estado, presión y resultado (impactos) previamente realizadas; las cuales fueron sobrepuestas y dieron como resultado áreas homogéneas sobre las cuales se presentan niveles de viabilidad muy alta, alta, moderada, baja, muy baja y nula. De esta manera, las alternativas son ordenadas de 1 a 5, donde la más viable es aquella que tiene un mayor porcentaje (%) del área en las categorías de viabilidad alta y muy alta, por lo que toma el valor de 5; las demás alternativas se clasifican en orden descendente hasta asignar 1 a la que tiene menor % de área en dichas categorías.

8.1.3.2 Resultados

Figura 23. Viabilidad ambiental en cada una de las alternativas evaluadas



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

8.1.4 Criterios territoriales

8.1.4.1 Definición

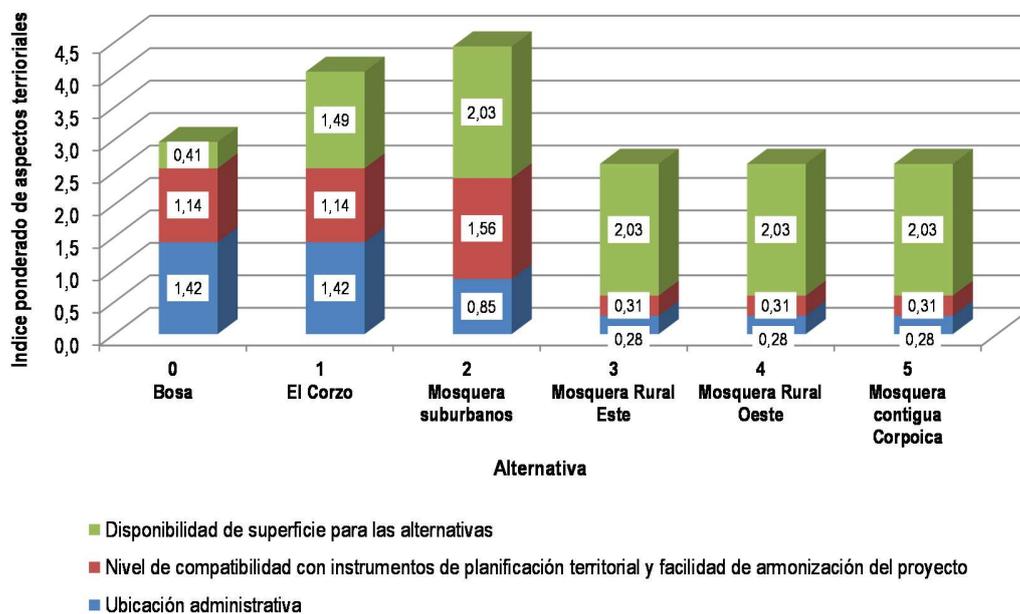
Este aspecto considera aspectos propios de la gestión territorial (regulación y gobernabilidad) donde se ubica cada alternativa. Los parámetros contemplados son:

1. Ubicación administrativa: Este criterio considera que el metro de Bogotá al tratarse de un proyecto solo del distrito tendrá mayor facilidad de gestión e implementación en su misma jurisdicción, que en municipios aledaños como Mosquera.
Las alternativas ubicadas en Bogotá se califican con 5; aquellas situadas en Mosquera en cercanía de suelo suburbano y de expansión con 4, y en 3 aquellas que estén en Mosquera en suelos rurales.
2. Nivel de compatibilidad con instrumentos de planificación territorial y facilidad de armonización del proyecto: Las alternativas que presentan compatibilidad de uso reglamentado por sus instrumentos de planeación son calificadas con 5.
Las alternativas que poseen oportunidad para la ejecución del proyecto pues se han desarrollado acciones de desarrollo urbanístico (planes parciales y unidades de planificación rural), en coherencia con el uso y el tipo de actividad, sin embargo su territorio se encuentra actualmente comprometido a otros fines. Dichas alternativas son calificadas con 4.
Las alternativas que presentan restricciones por el uso reglamentado establecido en sus instrumentos de planeación, pero existe posibilidad de revisión y ajuste en el corto plazo son calificadas con 3.
Alternativas que presentan restricciones por el uso reglamentado establecido en sus instrumentos de planeación, y la posibilidad de revisión y ajuste de estos no es factible en el corto plazo son calificadas con 1.
3. Disponibilidad de superficie para expansiones propias del uso del Patio - Taller u otros desarrollos que en el futuro se puedan incorporar, para las alternativas: Se refiere a la posibilidad que cada alternativa cuente con una disponibilidad estimada de 100 ha para la ubicación del patio y futuras ampliaciones al igual que para una posible estación de transferencia localizada en una zona anexa y exterior al patio taller.
Las alternativas que tienen un área disponible de 100 ha se califican con 5, mientras que aquellas que tienen una área entre 80 y 100 ha con valor de 4 y aquellas menores de 60 con valor de 2.

8.1.4.2 Resultados

El criterio territorial consideró la ubicación administrativa, la compatibilidad con lo estipulado en los instrumentos de planificación territorial y la disponibilidad de la superficie necesaria de hasta 100ha, los resultados de los índices de ponderación para la evaluación de estos criterios, sobre las alternativas se presentan en la Figura 24.

Figura 24. Resultados de la ponderación para cada sub criterio del componente territorial por alternativa



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2017.

Según el análisis de usos reglamentados del suelo, definidos en los documentos de ordenamiento territorial de Bogotá (Decreto 190 de 2004) y de Mosquera (Acuerdo 032 de 2013) y lo dispuesto en instrumentos de ordenamiento ambiental (Acuerdos CAR, POMCAs, etc) se determinó que las alternativas con usos del suelo compatibles o limitados parcialmente con los del proyecto patio taller de la PLMB son la 1 y la 2.

La alternativa 1 está ubicada en un área donde se localiza el Plan Parcial Bosa 38 el cual actualmente sólo está predelimitado en el Decreto 436 de 2006. Sin embargo esta alternativa se encuentra ubicada en su totalidad en la ZMPA del río Bogotá según lo estipulado en el Decreto 619 del 2000 (CAR). Se otorga una calificación de 3 considerando que puede ser viable normativamente por medio de una Solicitud de Determinantes de Formulación de Plan Parcial y que esta gestión se facilita por ser la única alternativa ubicada en suelo de Bogotá. Su espacio disponible para el desarrollo del proyecto es menor a 100 ha.

La alternativa 2 se ubica en suelo suburbano, y se intersecta con el área delimitada para la Unidad de Planificación Rural San Francisco, adoptada por el Decreto 0294 de 2015, y formulada por la Constructora Bolívar. Este panorama normativo dificulta la gestión para la viabilidad de ocupación del proyecto en dicha área, por lo que se le otorga a esta alternativa una calificación de 4, considerando aspectos positivos como la compatibilidad de usos con la UPR y la posibilidad de generar una integración urbano-regional entre Bogotá y Mosquera.

Finalmente las alternativas 3, 4 y 5 se ubican en suelo rural, lo que genera una incompatibilidad de usos y obliga a viabilizar el proyecto por medio de una Solicitud de Cambio de Uso presentada por el Alcalde de Mosquera al Concejo Municipal y amparada por la Política de Movilidad Integral Bogotá – Cundinamarca (Conpes 3677 de 2010). Esto le otorga una calificación de 1 a todas las alternativas reconociendo que el trámite de cambio de uso del suelo es posible, previa concertación con el Alcalde de Mosquera y, que de lograrse esta concertación, se tiene la oportunidad de generar la integración urbano-regional entre el Distrito Capital y el Municipio de Mosquera.

8.1.5 Riesgos

8.1.5.1 Definición

De forma cualitativa se realiza la valoración del nivel de riesgos diferenciales que se pueden presentar para las alternativas. Se tuvieron en cuenta los siguientes riesgos.

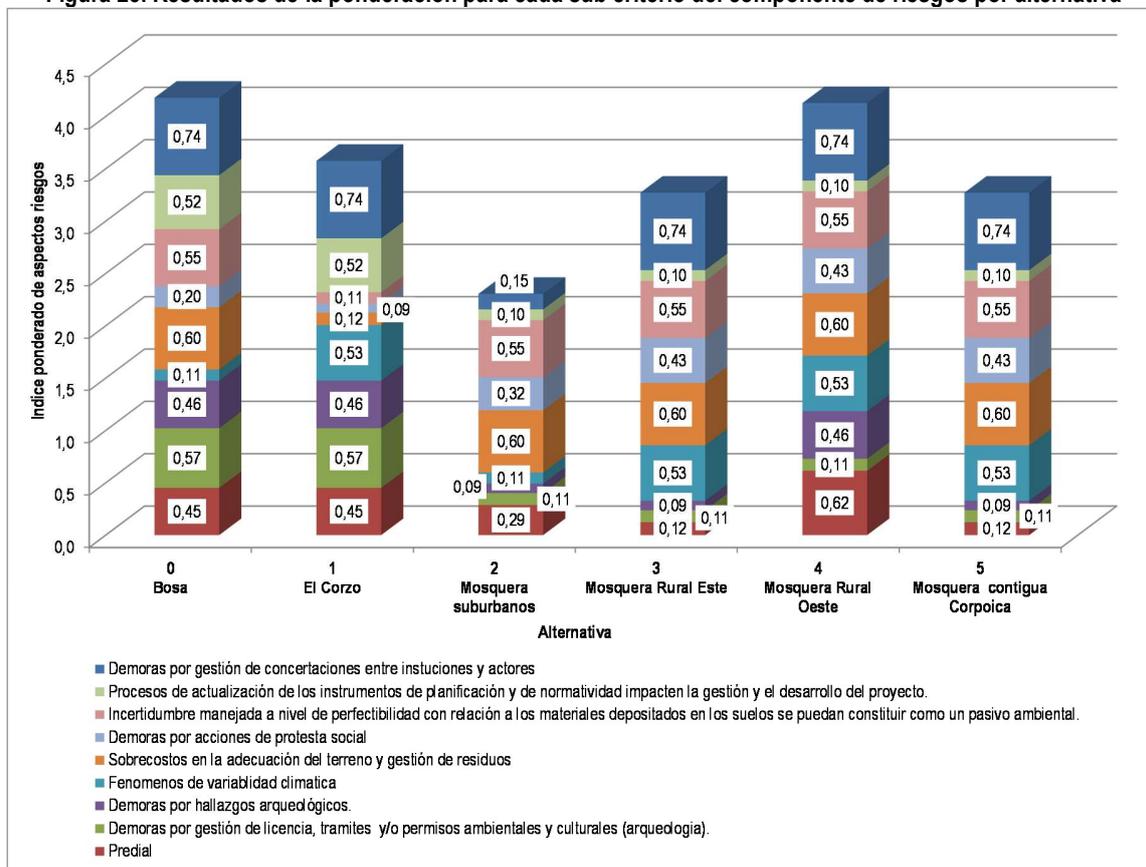
1. Predial:
Esta variable considera como indicador de la facilidad o dificultad de la negociación, adquisición, acceso y utilización de los predios circunscritos dentro de cada alternativa, y que podría desencadenar un mayor tiempo para el inicio de las obras, convirtiéndose en riesgo de sobre costo (Indicador: Número y titularidad de predios requeridos por la alternativa. Se considera que los predios públicos asociados al Distrito son de pronta gestión y adquisición para el desarrollo del proyecto. En el mismo sentido, entre menor número de predios mayor agilidad tendrá el proceso de adquisición).
2. Ambiental y social:
 - a. Demoras por gestión de licencia y/o permisos ambientales (Indicador: Número de permisos y autoridades competentes).
 - b. Demoras por hallazgos arqueológicos (Indicador: % de potencial arqueológico alto y reporte de hallazgos).
 - c. Fenómenos de cambio climático manifestados a través de inundaciones (Indicador: % de área en llanura aluvial y terrazas altas).
3. Construcción:
 - a. Sobrecostos y demoras en la adecuación del terreno y gestión de residuos (Indicador: Dificultad en lograr la eficiencia de la cadena logística requerida para gestión de materiales y residuos de excavación durante la adecuación del terreno).
 - b. Demoras en el transporte y traslado de equipos por acciones de protesta social (Indicador: Densidad poblacional entorno al proyecto y vías de acceso al proyecto).
 - c. El riesgo se relaciona con la posibilidad de que la incertidumbre manejada a nivel de perfectibilidad con relación a los materiales depositados en los suelos se puedan constituir como un pasivo ambiental.
4. Regulatorio:
 - a. Cambio de instrumentos de planificación y de normatividad (Indicador: Número de instrumentos de planificación (POMCA, POT, Planes parciales).
5. Gestión:
 - a. Demoras por gestión de concertaciones entre instituciones y actores (Indicador: Número de instituciones y actores por alternativa).

Para la adjudicación de valores para cada uno de los riesgos se estableció un indicador (señalado entre paréntesis en la lista anterior), de tal forma que se asignó un valor de 1 a 5, siendo 5 el mejor escenario y 1 el más riesgoso.

8.1.5.2 Resultados

El resultado de la ponderación (calificaciones*peso) de los subcriterios considerados bajo esta categoría, se exponen en la Figura 25.

Figura 25. Resultados de la ponderación para cada sub criterio del componente de riesgos por alternativa



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2017.

Lo anterior muestra que la alternativa más viable a este nivel es la 4, ya que posee el menor número de predios y aunque tiene potencial arqueológico alto, en el 64% de su área, la posibilidad de hallazgos de relevancia que impidan el desarrollo del proyecto es baja, pues la evidencia indica que hacia los linderos con el río Bogotá, las comunidades precolombinas solían tener camellones para desarrollar cultivos, que en la actualidad se encuentran destruidos por las actividades agrícolas. Adicionalmente, en lo relacionado a demoras en la etapa constructiva ocasionada por fenómenos de variabilidad climática, principalmente manifestados a través encharcamientos por eventos de precipitación elevada, la alternativa ofrece oportunidad de gestión, mediante drenaje directo a río Bogotá por sistemas de conducción o impulsión al río Bogotá.

Por su parte la alternativa 3 se comporta de manera similar a la 4, sin embargo el número de predios que se tendría que gestionar es mayor y el 83% de su área se encuentra en potencial alto a nivel arqueológico.

En el caso de la alternativa 2, presenta riesgos asociados principalmente con la gestión de actores, ya que esta requiere la negociación de ocho (8) predios privados, uno de los cuales corresponde a un actor con poder "Constructora Bolívar", quien es el dueño del planeamiento urbanístico "Plataforma Logística San Francisco", dicho proyecto se encuentra en estado avanzado de gestión, lo que complejiza la concertación, además podría ocasionar sobrecostos en términos de compensaciones económicas.

La alternativa 1, posee un nivel de riesgo menor en lo relacionado con la eficiencia que se puedan desarrollar los procesos de concertación entre instituciones y la gestión de trámites y/o permisos ambientales, ya que se considera que, la alternativa al tener su ubicación en el Distrito, dueño del proyecto y tener parte de su territorio sobre un predio público, tendrá mayores oportunidades de armonización a nivel legal y regulatorio.

Sin embargo, esta alternativa presenta un nivel de riesgo mayor al de las otras alternativas en lo concerniente con la eficiencia de la cadena logística requerida para gestión de materiales y residuos de excavación durante la adecuación del terreno, ya que según los cálculos realizados durante la ejecución de los “Estudios de Exploración Preliminar de Suelos en La Alternativa El Corzo” (Consultoría Colombiana S.A., 2017) para esta alternativa, en el peor de los escenarios, se tendría que remover alrededor de 4.421.898 de m³ de materiales de excavación (material de relleno y arcilla arenosa de consistencia fina) y biosólidos. Estos últimos, como producto de que parte de la alternativa ha servido como zona de disposición de sólidos estabilizados por parte de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá - E.S.P.

En todos los casos la logística requerida para la disposición de los materiales de excavación es significativa. Sin embargo sobresale el tiempo de ejecución que requeriría la alternativa 1, pues según las estimaciones realizadas, considerando 736 viajes diarios de volqueta (15 m³), se podría llegar a requerir hasta para un tiempo aproximado de un año, esto estaría directamente relacionado con la susceptibilidad del proyecto a acciones de protesta por el uso de las vías públicas.

Es relevante mencionar, que las alternativas cercanas al río Bogotá, aunque por los planes de ordenamiento territorial de Mosquera (PBOT Acuerdo 032 del 2013) y Bogotá (POT Decreto 190 de 2004), se encuentran en áreas categorizadas como de amenaza media y alta de inundación por desbordamiento, existen obras de manejo hidráulico, que ofrecen factores de seguridad razonables contra posibles desbordes que puedan sucederse al paso de crecientes con periodos de retornos considerables y/o contra posibles fallas geotécnicas de los jarillones. El riesgo sigue existiendo aunque en menor grado (Pronunciamiento de la CAR 2013). Adicionalmente en dichas alternativas existe riesgo de encharcamiento por encontrarse especialmente sobre suelos de carácter limo arcilloso. En consecuencia se considera que las alternativas más cercanas al río Bogotá, tienen una mayor posibilidad de gestión mediante un sistema de drenaje durante la etapa constructiva.

De acuerdo con lo descrito anteriormente destaca la alternativa 5, que sería la que menor riesgo presenta por inundación o encharcamiento, sin embargo de presentarse alguno de estos fenómenos tendría menor posibilidad de gestión dada su distancia con el río Bogotá.

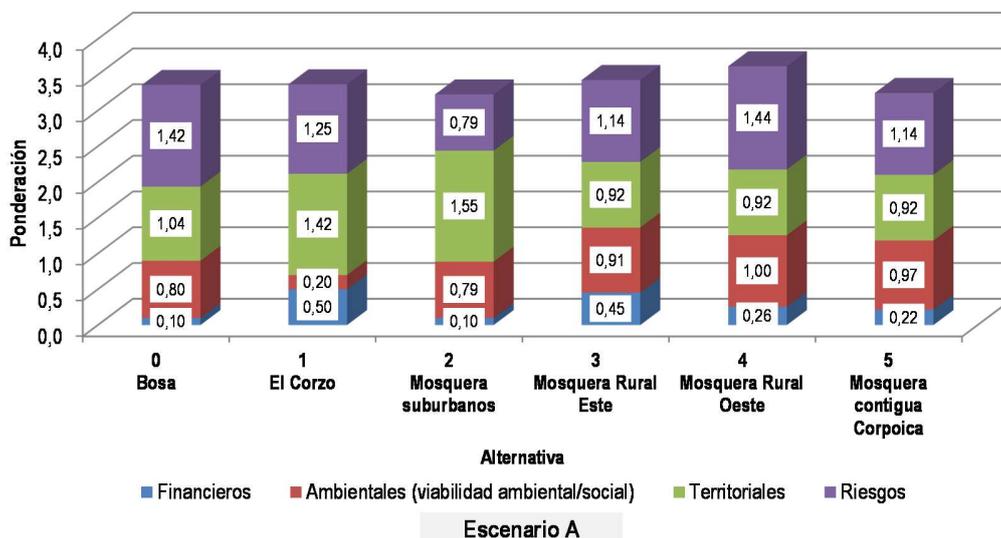
Finalmente, en lo relacionado con el riesgo de encontrar materiales que requieran un manejo especial o se constituyan como pasivos ambientales, en instancias preliminares del estudio se consideró que la alternativa El Corzo tenía un alto riesgo asociado a que se suponía que en algún momento había funcionado como escombrera a cielo abierto sin administración y que por la naturaleza de los biosólidos allí depositados podrían existir trazas de materiales peligrosos. Ante esto, se tomó la decisión de realizar análisis geotécnicos y ambientales descritos en el documento “Estudios de Exploración Preliminar de Suelos en La Alternativa El Corzo” (Consultoría Colombiana, 2017), que dieron como resultado, a manera preliminar, que en los predios que constituyen la alternativa, luego de aplicar el análisis CRETIB (Código de clasificación de características que contienen los residuos peligrosos y que significan: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológicos infeccioso), a partir de reportes analíticos llevados a cabo por el laboratorio Daphnia Ltda (2017), no había indicios de elementos o compuestos potencialmente peligrosos. Sin embargo, el estudio posee una baja representatividad, pues solo se realizaron dos puntos de muestro. Es por esta razón, que aunque el nivel de incertidumbre bajó, aun se estima que el riesgo puede ser mayor que en las otras alternativas.

8.1.6 Resultados del modelo

Como resultado del modelo donde se ponderaron los pesos asignados por el grupo de entidades interesadas (FDN; Distrito Capital y el Gobierno Nacional) y del análisis cualitativo y cuantitativo realizado por Consultoría Colombiana S.A. se determinó que para el escenario A, donde el mayor peso se asigna a los componentes de territorial (35%) y de

riesgos (35%), la alternativa 4 es la que mayores bondades ofrece para el emplazamiento del proyecto; mientras que la que menos viabilidad posee para el proyecto es la alternativa 2, según se muestra en la Figura 26.

Figura 26. Resultado de la ponderación de los criterios evaluados en la matriz de decisión para el Escenario A



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2017.

De lo anterior se infiere que el orden de elegibilidad para las alternativas evaluadas bajo el escenario A, es el que se cita en la Tabla 28, teniendo en cuenta que la alternativa cero (Bosa) es el resultado de un estudio preliminar elaborado por el consorcio L1 y en el presente análisis de alternativas sólo se usa como referencia.

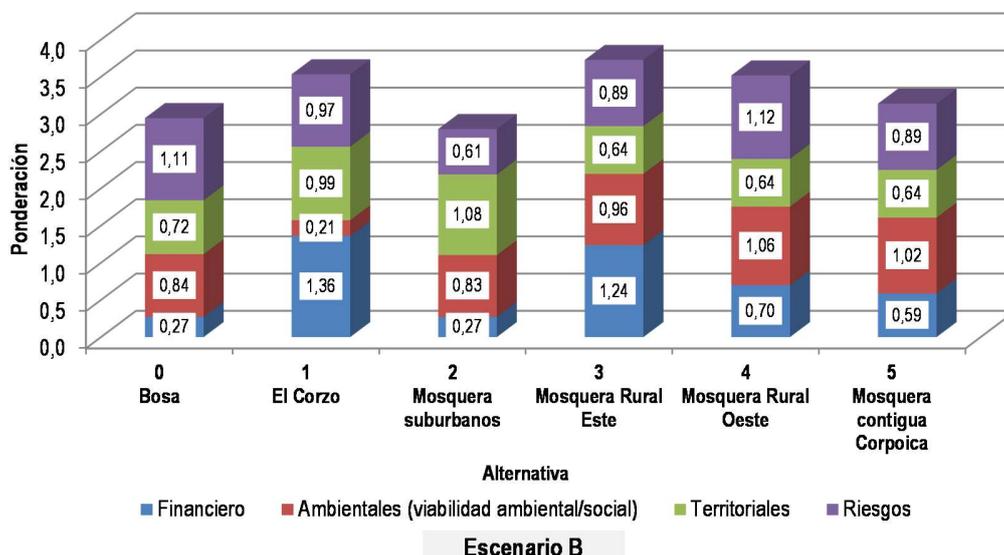
Tabla 28. Orden de elegibilidad de las alternativas de acuerdo al escenario A

Alternativa	1	2	3	4	5
Orden de elegibilidad	3	5	2 (2 ^{da} más viable)	1 (más viable)	4

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2017.

Por su parte en el escenario B, donde se le asigna un mayor peso al componente financiero con un 27%, mientras los criterios de riesgos y territorial se reducen a 28% y 24% respectivamente, la alternativa que ofrece mejores bondades es la 3, seguida de la 1, y la menos viable continúa siendo la 2, según se muestra en la Figura 27.

Figura 27. Resultado de la ponderación de los criterios evaluados en la matriz de decisión para el Escenario B



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2017.

De acuerdo a lo anterior, el orden de elegibilidad de las alternativas corresponde a lo que se muestra en la Tabla 29.

Tabla 29. Orden de elegibilidad de las alternativas de acuerdo al escenario B

Alternativa	1	2	3	4	5
Orden de elegibilidad	2 (2 ^{da} más viable)	5	1 (más viable)	3	4

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2017.

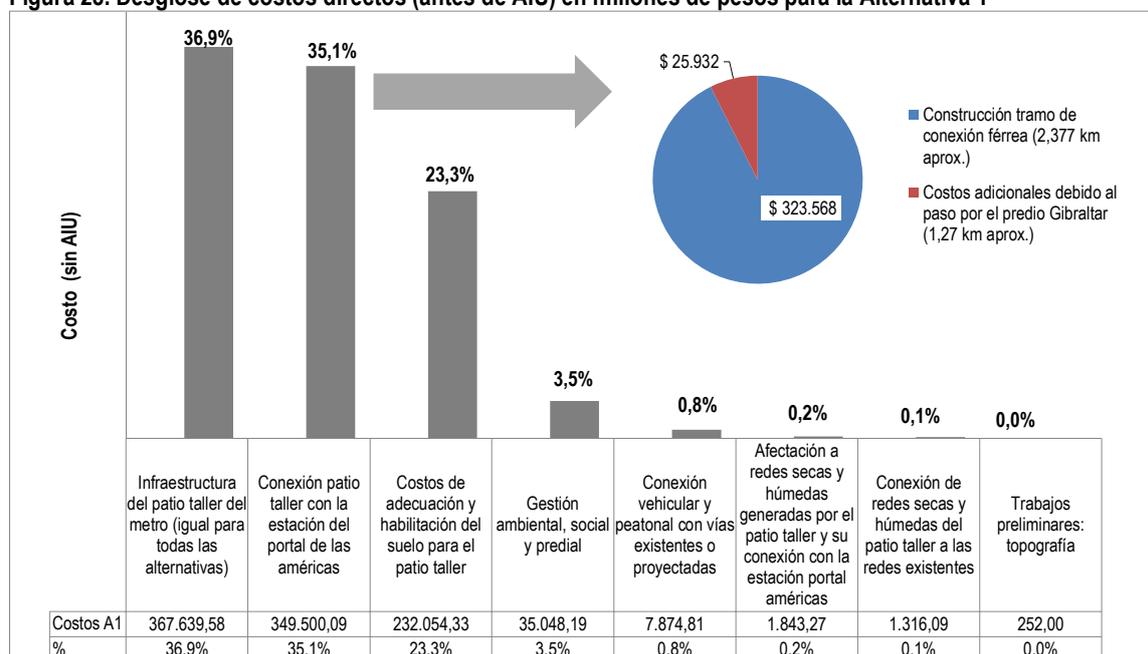
9 ANÁLISIS POR ALTERNATIVAS

9.1 ALTERNATIVA 1

9.1.1 Análisis de costos

El análisis de costos para la alternativa 1 se estimó en un valor de \$ 995.528,4 millones pesos colombianos antes de AIU (Administración, Imprevistos y Utilidad) e IVA, y de \$ 1.250.085,0 millones de pesos colombianos con AIU e IVA. Dentro del primer valor, el monto más significativo (36,9%) es el asociado con la Infraestructura del patio taller del metro (que se estimó igual para todas las alternativas). En segundo lugar, se encuentran los costos asociados a la conexión patio taller con el portal de las Américas equivalentes al 35,1% del costo directo, los cuales se discriminan en la construcción del tramo de conexión de vía férrea, que para la alternativa se estima en 2,37 km y los posibles costos adicionales asociados al paso en 1,27 km aprox. por el predio Gibraltar. Los valores de los ocho ítems de costo para la alternativa se observan en la Figura 28.

Figura 28. Desglose de costos directos (antes de AIU) en millones de pesos para la Alternativa 1



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

En esta alternativa sobresale el valor concerniente a los costos de adecuación y habilitación del suelo, los cuales significan el 23,3% del costo directo. El ítem incluye como actividades destacadas: los rellenos y adecuación del terreno (que se consideró igual para todas las alternativas) con un valor cercano a \$ 152.739.418.170, la excavación mecánica en material común de aproximadamente 3.323.882 m³ estimados en \$ 15.402.869.188; el transporte de los materiales excavados calculado en \$ 49.838.286.708; y los derechos de botadero del material excavado y el descapote, valorados en \$ 13.737.604.306 de pesos colombianos.

En general, para estimar unos costos comparables a todas las alternativas, específicamente aquellos que dependen del área de intervención como la topografía y adecuación del terreno, se consideró un área de intervención igual para todas las alternativas de 45ha, la cual corresponde al área mínima favorable para el proyecto, es decir la de la alternativa cero (0).

Para la estimación de costos relacionados con la alternativa 1, donde se ubica el predio el Corzo se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- La alternativa 1 está conformada por cerca de 57ha que corresponden al predio El Corzo y cerca de 31 ha de otros predios donde no se están haciendo disposiciones.
- En caso de intervenir áreas del predio El Corzo para el patio taller, es necesario retirar el material del relleno (mezcla de biosólido y suelo) ya que se considera que no es apto para la cimentación.
- El promedio de altura del relleno a noviembre de 2015 estaba alrededor de los 4 m, pero considerando que la cota máxima autorizada es de 2548 puede llegar a los 6 o 7 m.
- Para estimaciones de costos por adecuación del terreno en la alternativa 1, se tomó una posible intervención de 29,8ha en el predio El Corzo y 15,2ha en los otros predios para un total de 45ha. Las 29,8ha del predio El Corzo corresponden a las celdas 1, 2, 4 y 6 las cuales presentan un volumen potencial de biosólidos de 2.530.882 m³ (según planos entregados por el acueducto).



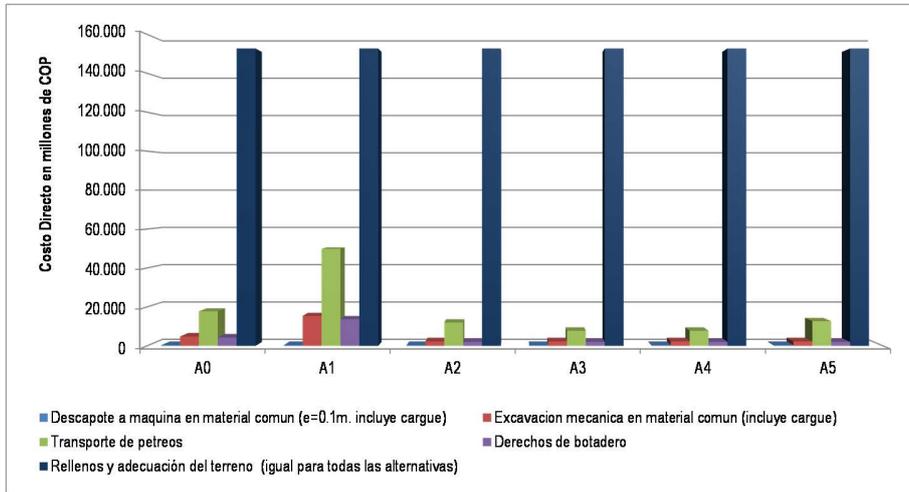
- La altura de excavación adicional en El Corzo se consideró de 2m para el retiro de otros materiales de relleno y de 1,0m en los otros predios. En caso de elegirse esta alternativa se sugiere realizar los diseños minimizando la intervención en El Corzo para reducir los volúmenes de excavación y retiro de bio sólidos.

Para las otras alternativas se consideró lo siguiente:

- El volumen de excavación para la alternativa 0, se tomó del estudio de CL1 de 2014 el cual corresponde a 1.037.723 m³.
- La profundidad de las excavaciones en los otras alternativas para la estimación presupuestal se tomó de 1,0m, considerando la topografía relativamente plana que presentan.

La Figura 29 muestra la estimación de los costos asociados a la adecuación y habilitación del suelo para todas las alternativas y la significancia de las excavaciones, transporte y derechos de botaderos en el caso de la alternativa 1.

Figura 29. Análisis comparativo del ítem costos de adecuación y habilitación del suelo para el patio taller entre alternativas



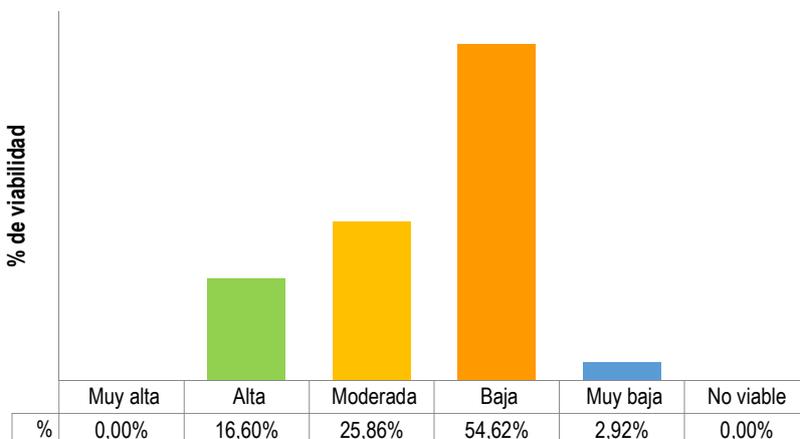
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Esta alternativa con respecto a las otras, se estima como la más económica.

9.1.2 Viabilidad ambiental y social

Respecto a las condiciones intrínsecas del territorio la alternativa presenta una preponderancia de viabilidad baja con el 54.62% (48.12 ha) y moderada con el 25.86% (22.78 ha) (Figura 30).

Figura 30. Desglose de nivel de viabilidad ambiental y social para la Alternativa 1



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

La viabilidad socio ambiental del área está relacionada principalmente con los aspectos que se describen a continuación:

- **Nivel de potencial, bajo:** La alternativa se encuentra ubicada a nivel geológico sobre la llanura aluvial, conformada por material transportado y depositado por el río Bogotá, lo que le da un carácter poco consolidado. Adicionalmente a nivel geomorfológico se encuentra una parte de la alternativa, en planicies y llanuras de inundación, zonas eventualmente indudables que bordean el cauce del río Bogotá, fenómenos que actualmente se controlan con obras de protección como jarillones. Por su parte a nivel de geotecnia, el 100% del área se encuentra en depósitos lacustres, con predominio de arcillas y limos, terrenos inestables que requieren de estudios especializados para diseñar el proyecto.

Adicionalmente, contribuye a esta categoría el potencial arqueológico, ya que se presenta dentro de la alternativa áreas que por sus cualidades físicas (geomorfología) y sociales (histórico-culturales), a pesar de presentar intervención antrópica; es factible encontrar evidencias arqueológicas e históricas que sean susceptibles de ser afectadas. Las planicies y deltas lacustrinos en las zonas aledañas son los lugares en donde se solían ubicar yacimientos correspondientes a áreas de vivienda y tumbas.

La mayor parte del área delimitada aparece como de potencial arqueológico alto. Sin embargo, el uso intensivo del suelo en las últimas décadas en actividades de servicios productos de la expansión urbana o para agricultura intensiva, ha destruido la mayor parte de la evidencia arqueológica. Así mismo, debido a que los lugares de habitación actuales poseen patrones semejantes a los de las sociedades prehispánicas, muchos sitios permanecen cubiertos bajo construcciones actuales o han sido destruidos.

- **Nivel de restricciones, bajo:** El nivel de restricciones para la alternativa está dado principalmente por la Zona de Manejo y Preservación Ambiental del río Bogotá (ZMPA), que tiene dentro sus usos compatibles la conservación, restauración ecológica y el uso forestal protector (Art. 111 2004). Adicionalmente, se de acuerdo al Plano Normativo No. 3 del Decreto 190 de 2004, la alternativa se encuentra dentro de amenaza media por inundación.

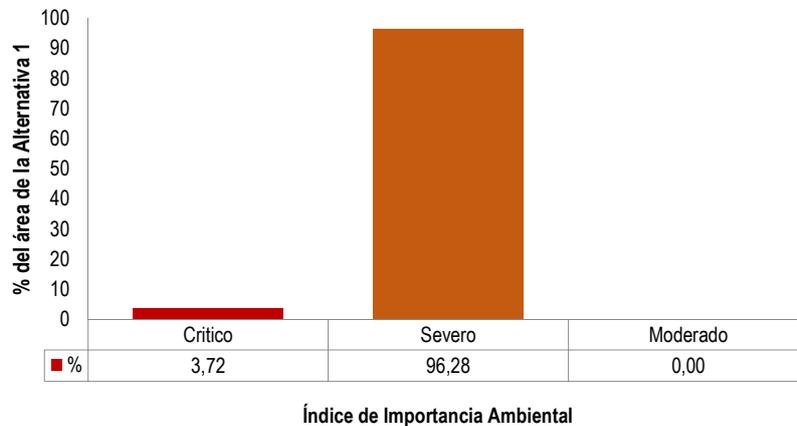
Por otro lado, cumpliendo con la sentencia 479 del 2004 del tribunal administrativo de Cundinamarca en el marco del proyecto de adecuación Hidráulica y recuperación Ambiental del Río Bogotá (2009) y con el Conpes 3320 de 2004, se tiene estipulado la creación del Parque El Corzo, cuyo el objeto es el aprovisionamiento de servicios ambientales y recreativos (CAR, 2009). En dicho proyecto participan la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, el Banco Mundial y la empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá ESP (EAB-ESP).

- Nivel de manifestación de impactos:** En esta alternativa se podrían presentar primariamente impactos severos (Figura 29), principalmente asociados a generación de molestias por cambios en los niveles de presión sonora en suelo urbano y de expansión. Así mismo, se podrían presentar impactos de esta categoría por la modificación de áreas de drenaje y riego con una densidad media (3-7 km/km²).

Con relación a los impactos críticos, estos se podrían presentar especialmente por la potencial afectación de áreas protegidas, correspondientes a la ZMPA y por la generación de procesos de reasentamiento y reubicación de población localizada actualmente en el trazado de esta.

A nivel general, la alternativa ofrece oportunidades de gestión dado que la cobertura que actualmente predomina es de origen antrópico y corresponde a pastos limpios de destinación económica para actividades agropecuarias comerciales, con predominio de la mediana y gran propiedad, con predios urbanos de Bogotá.

Figura 31. Resultados del Índice de Importancia Ambiental para la Alternativa 1

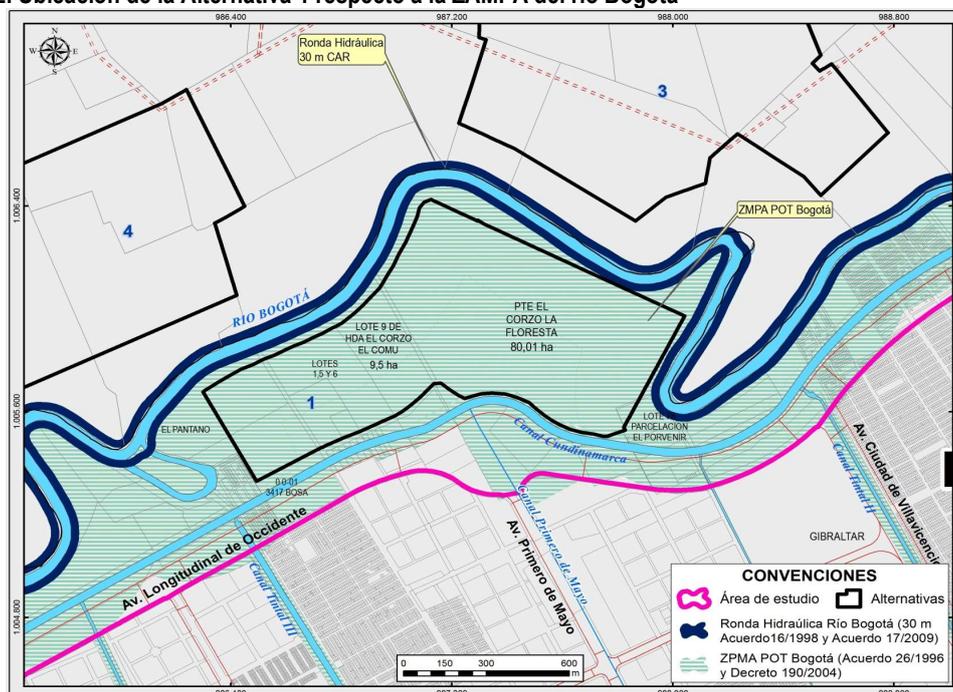


Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

9.1.3 Aspectos territoriales

La Alternativa 1 se encuentra ubicada dentro de suelos de expansión urbana según el POT de Bogotá (Decreto 190 de 2004), sin embargo, también en dicha área confluye la ZMPA que según este documento de ordenamiento, corresponde a un área contigua a la ronda hidráulica (Acuerdo 26 de 1996 del concejo de Bogotá, acuerdo 17 de 2009 por la CAR), que tiene como mínimo 270 metros de ancho. En el área de la alternativa, según la cartografía oficial de la Secretaría Distrital del Ambiente la ZAMPA, superaría los límites del Canal Cundinamarca como se muestra en la Figura 32.

Figura 32. Ubicación de la Alternativa 1 respecto a la ZAMPA del río Bogotá



Fuente: Cartografía oficial. Visor geográfico. Secretaría Distrital del Ambiente. <http://www.secretariadeambiente.gov.co/visorgeo/#capas>

Para lo anterior, el Plan de Ordenamiento Territorial vigente a la fecha (Decreto 190 de 2004), en su Artículo 111 define el siguiente régimen de usos para el área de manejo especial del río Bogotá.

Tabla 30. Régimen de usos Área de manejo Especial del Río Bogotá

Documento de Ordenamiento	Decreto 190 de 2004
Clasificación de suelo	Suelo de Protección
Categoría de suelo	Zona de Manejo y Preservación Ambiental del Río Bogotá
Uso principal	Conservación, restauración ecológica y forestal protector.
Uso compatible	Recreación pasiva, investigación ecológica.
Uso Condicionado	Construcción de la infraestructura necesaria para el desarrollo de los usos principales y compatibles, condicionada a no generar fragmentación de vegetación nativa o de los hábitats de la fauna y a su integración paisajística al entorno natural. Las acciones necesarias para el manejo hidráulico y para la prestación del servicio de acueducto, alcantarillado y saneamiento en general, condicionadas al concepto de la autoridad ambiental competente.
Uso Prohibido	Forestal productor, recreación activa, minero, industrial de todo tipo, residencial de todo tipo.

Fuente: POT de Bogotá (2004) Decreto 190 de 2004

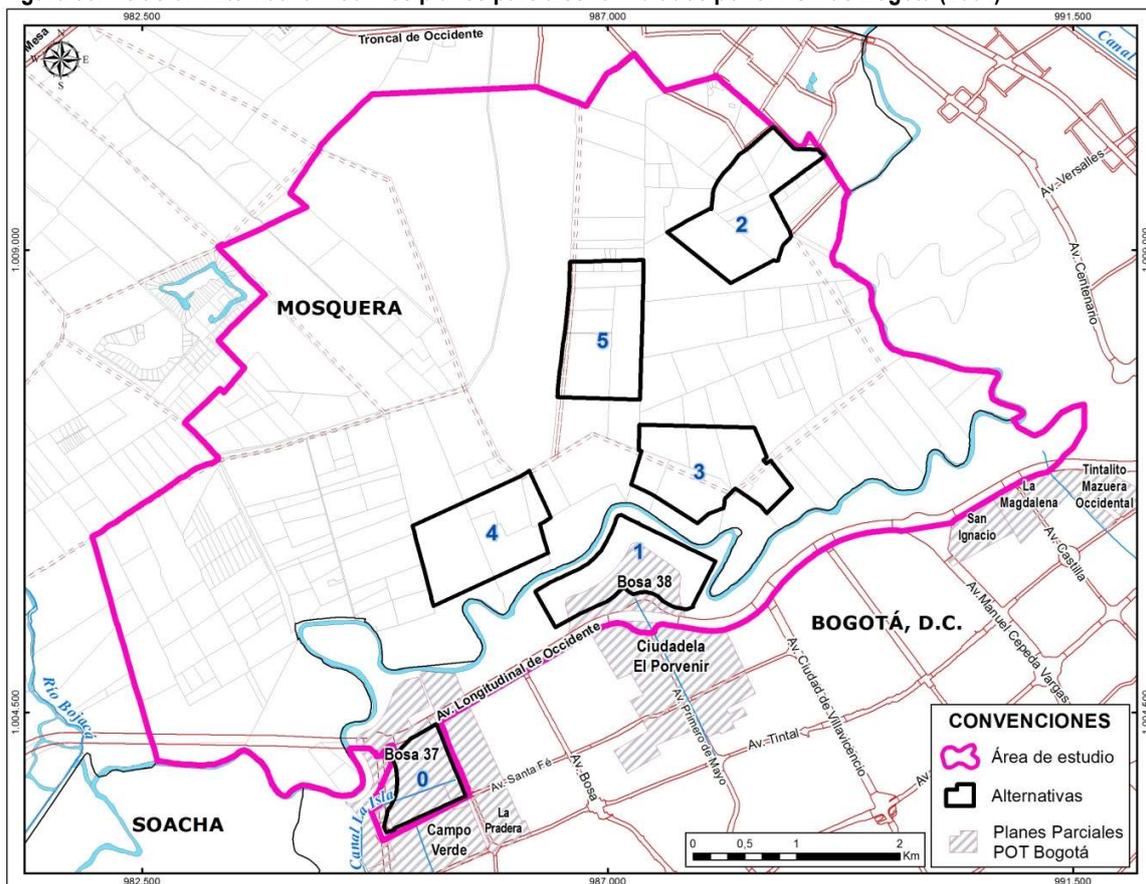
Según la Tabla 30 la localización del Patio-Taller de la PLMB en esta área tiene una restricción normativa teniendo en cuenta que no hay compatibilidad del uso del proyecto con los usos permitidos por el documento de ordenamiento territorial. Esto significa que la viabilidad normativa del proyecto implica un cambio en el documento de ordenamiento de la ciudad, para lo cual es importante tener en cuenta que la revisión del POT de Bogotá inició el 17 de septiembre del presente año y finalizará el segundo semestre del 2017, según comunicado de la Secretaría Distrital de Planeación. Igualmente se debe tener en cuenta que el PLMB es de interés del Gobierno Nacional desde su consagración en el documento Conpes 3677 de 2010 “de Movilidad Integral para la región Capital Bogotá – Cundinamarca” el cual describe

la política de la Nación para participar en el desarrollo integral de la movilidad de la Región Capital Bogotá – Cundinamarca, por lo tanto el documento de ordenamiento territorial de la ciudad de Bogotá debe articularse con la Política de Desarrollo Integral de Movilidad.

Por otra parte, esta alternativa al encontrarse en suelos de expansión requiere para incorporarse al suelo urbano la formulación de un Plan Parcial "Hasta que se incorpore el suelo de expansión al perímetro urbano, mediante planes parciales, este suelo tendrá usos agrícolas y forestales y en caso de encontrarse adyacente a suelo rural, adoptará la norma definida por la Unidad de Planeamiento Rural correspondiente (Art 145 del POT de Bogotá)." Sin embargo al consultarse el POT, se encuentra que sobre la alternativa se ubica el Plan Parcial Bosa 38 el cual se encuentra predelimitado en el Decreto 436 de 2006, y actualmente no posee un proceso de solicitud de formulación en la Secretaría Distrital de Planeación. Adicionalmente, la alternativa colinda en el sur con el Plan Parcial Ciudadela El Porvenir (Decreto 335 de 2014), el cual nace de un convenio marco de intención y cooperación entre MetroVivienda, la Secretaría de Educación Distrital, la Secretaría Distrital de Integración Social, el Instituto Distrital de Recreación y Deporte y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas; cuyo propósito es desarrollar un Campus coherente con el propósito pedagógico y la cooperación interinstitucional.

La Figura 33 muestra la ubicación de la Alternativa 1 y su relación con los Planes Parciales anteriormente mencionados.

Figura 33. Relación Alternativa 1 con los planes parciales formulados por el POT de Bogotá (2004)



Fuente: POT de Bogotá (2004)

9.1.4 Riesgos

El principal riesgo de esta alternativa está relacionado con la eficiencia de la cadena logística requerida para la gestión de materiales y residuos de excavación durante la adecuación del terreno, ya que según los cálculos realizados durante la ejecución de los “Estudios de Exploración Preliminar de Suelos en La Alternativa El Corzo” (Consultoría Colombiana, 2017), para esta alternativa, en el peor de los escenarios, se tendría que remover alrededor de 4.421.898 de m³ de materiales de excavación (material de relleno y arcilla arenosa de consistencia fina) y biosólidos. Estos últimos, como producto de que aproximadamente 50 ha corresponden a terrenos empleados por la Empresa de Agua, Alcantarillado y Aseo de Bogotá (EAB), donde se depositan lodos (biosólidos) procedentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales el Salitre (PTAR) y se dispusieron materiales sobrantes de la excavación de los conectores Fucha, Tunjuelo Canoas y para (ANLA, 2015).

Adicionalmente, se dispusieron sobrantes de la excavación de las obras de alcantarillado del Tintal y del Canal Cundinamarca (EAAB, 2014). Se considera que la acumulación de materiales antrópicos, con respecto al terreno original por parte de la EAB es de 4 m, pero podría llegar a los 6 o 7 m.

En lo relacionado con el riesgo de encontrar materiales que requieran un manejo especial o se constituyan como pasivos ambientales, en instancias preliminares del estudio se consideró que la alternativa El Corzo tenía un alto riesgo asociado a que se suponía que en algún momento había funcionado como escombrera a cielo abierto sin administración y que por la naturaleza de los biosólidos allí depositados podrían existir trazas de materiales peligrosos. Ante esto, se tomó la decisión de realizar análisis geotécnicos y ambientales descritos en el documento “Estudios de Exploración Preliminar de Suelos en La Alternativa El Corzo” (Consultoría Colombiana, 2017), que dieron como resultado, a manera preliminar, que en los predios que constituyen la alternativa, luego de aplicar el análisis CRETIB (Código de clasificación de características que contienen los residuos peligrosos y que significan: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológicos infeccioso), a partir de reportes analíticos llevados a cabo por el laboratorio Daphnia Ltda (2017), no tiene indicios de elementos o compuestos potencialmente peligrosos. Sin embargo, el estudio posee una baja representatividad, pues solo se realizaron dos puntos de muestro. Es por esta razón, que aunque el nivel de incertidumbre bajó, aun se estima que el riesgo puede ser mayor que en las otras alternativas.

En todas las alternativas la logística requerida para la disposición de los materiales de excavación es significativa. No obstante, sobresale el tiempo de ejecución que requeriría esta alternativa, pues según las estimaciones realizadas, considerando 736 viajes diarios de volqueta (15 m³), se podría llegar a requerir hasta para un tiempo aproximado de un año, esto estaría directamente relacionado con la susceptibilidad del proyecto a acciones de protesta por el uso de las vías públicas lo que podría aumentar el problema de congestión de la ciudad.

A nivel de gestión predial la alternativa es catalogada como de nivel medio. Esto se debe principalmente a la cantidad de predios a adquirir, puesto que el área de la alternativa se superpone con 9 predios (el mayor número entre las alternativas), pero de carácter público, lo que se considera facilitaría la gestión de acuerdos para disponer su uso en el patio taller.

Finalmente, se considera que al encontrarse en Amenaza media por desbordamiento del río Bogotá, según el Instituto Distrital de Riesgos y Cambio Climático- IDIGER-, también el área cuenta con medidas estructurales para mitigar el riesgo de desbordamiento, obras ejecutadas por la Empresa EAB-ESP. A través del Convenio Interadministrativo 171 de 2007, en el cual se estableció que la CAR, sería la encargada de ejecutar las obras de la adecuación del Río Bogotá con cargo al Fondo para las Inversiones Ambientales en la cuenca del Río Bogotá -FIAB-.

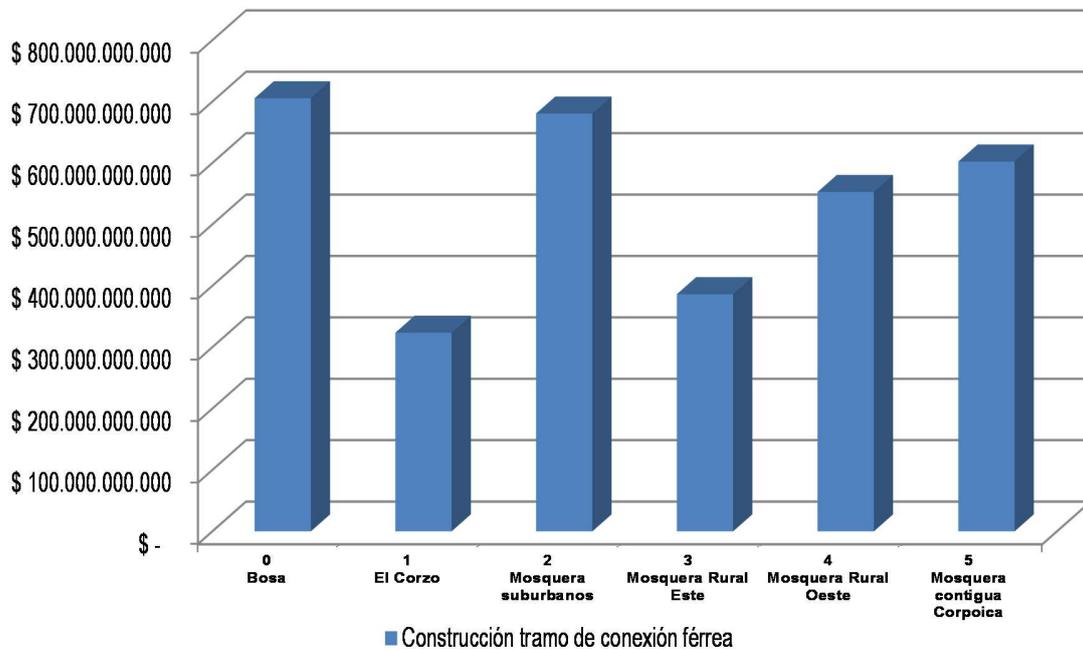
9.2 ALTERNATIVA 2

9.2.1 Análisis de costos

Se estimó que la alternativa tendría un costo de \$1.338.983,0 millones de pesos colombianos antes de AIU y de \$1.681.361,0 millones de pesos colombianos con AIU. En este valor resulta significativo el peso de la conexión del patio

taller con la estación del portal de las Américas calculado en \$704.921,6 millones que representa el 52,6% del costo directo; el cual incluye la construcción tramo de conexión férrea que se estima en 5 km y los costos adicionales al paso del viaducto en 1,19 km por el predio Gibraltar. Como se observa en la Figura 34, esta alternativa es la que requiere una mayor inversión en dicho ítem.

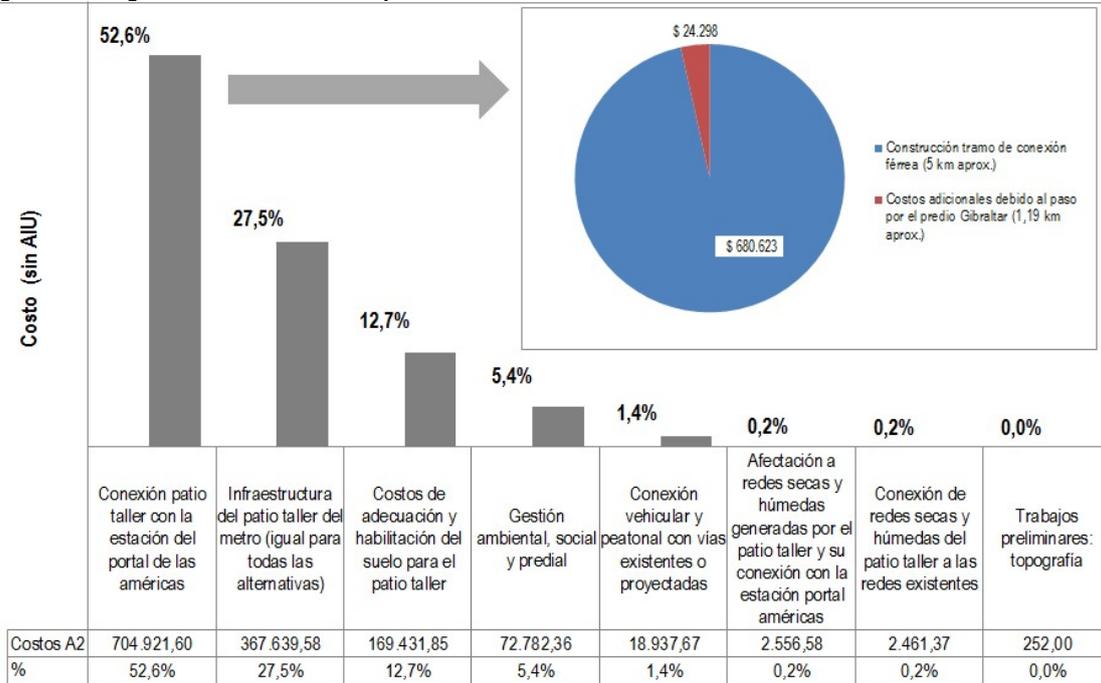
Figura 34. Análisis comparativo del ítem Conexión del patio taller con la estación del portal de las Américas entre alternativas



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Los valores de los ocho ítems de costeo para la alternativa se observan en la Figura 35.

Figura 35. Desglose de costos directos para la Alternativa 2



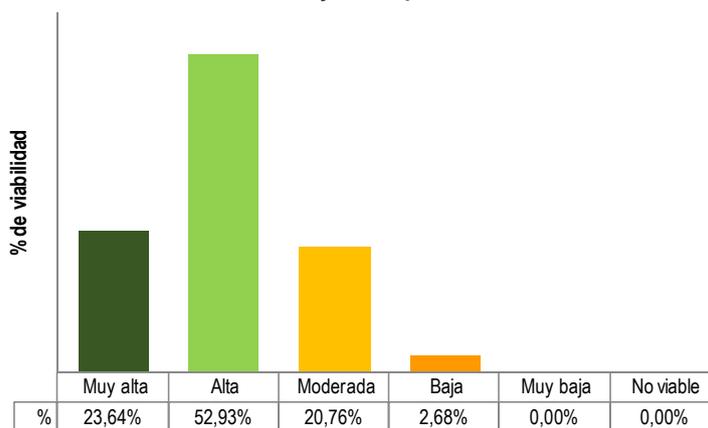
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Esta alternativa con respecto a las otras, se estima como la más costosa.

9.2.2 Viabilidad ambiental y social

La alternativa circunscribe aspectos ambientales, sociales y legales que le otorgan principalmente una viabilidad alta y muy alta para el proyecto con el 52.93% (53.35 ha) y 23.64 (23.83 ha), respectivamente (Figura 36). Esta categoría se atribuye a que en el área se representa principalmente:

Figura 36. Desglose de nivel de viabilidad ambiental y social para la Alternativa 2



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016



- **Nivel de potencial moderado:** La alternativa se encuentra ubicada mayormente en llanuras aluviales y planicies de inundación, de geomorfología lacustre y de susceptibilidad baja a la inundación. El área primariamente presenta suelos con capacidad de uso agrosilvopastoral y de pastoreo semi intensivo, que actualmente soporta patos limpios y cultivos transitorios. Los suelos tienen destinación económica asociada a uso agropecuario comercial y agricultura de subsistencia y comercial. Baja densidad de infraestructura comunitaria y de canales secundarios del distrito de riego. Grado alto de potencial arqueológico. En una proporción casi equivalente la alternativa presenta minifundios y pequeña propiedad, mediana y grande propiedad.
- **Nivel de restricciones moderado:** Se considera que a nivel normativo la alternativa se encuentra en un nivel de restricción moderado, ya que según el PBOT de Mosquera el área se encuentra categorizada como suelo suburbano que permite el uso para emplazamiento de servicios relacionados con transporte, sin embargo su utilización para el proyecto requiere la armonización del mismo con la Unidad de Planificación Rural adoptada en el Decreto No.0294 de 2015 de la Alcaldía de Mosquera.

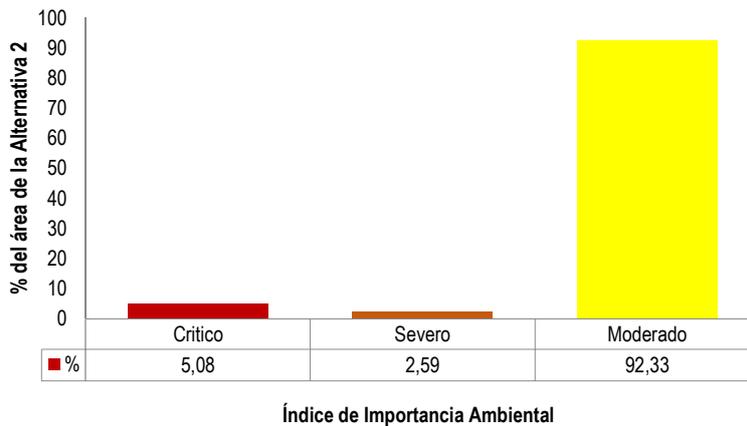
Con respecto al Distrito de Riego y Drenaje la Ramada, el proyecto tiene la posibilidad de gestionar los canales secundarios siempre y cuando no se vean afectados los usuarios del mismo, previa autorización Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, que funciona desde 1961 como administradora del distrito. Para dicha gestión es recomendable tener en cuenta lo estipulado en el Acuerdo 037 del 29 de diciembre de 2014 de la CAR.

Adicionalmente se consideró en esta categoría, la proyección que existe en el POT de Mosquera (2013) y en el Acuerdo-No.032-13 (Art.86) de ampliar la Avenida Las Américas, por lo que habría una restricción que requiere gestión para armonizar los proyectos.

- **Nivel de manifestación de impactos:** En cuanto al análisis de impactos realizado para esta alternativa, en la Figura 37 se puede observar que principalmente los impactos tendrían el potencial de ser moderados. Entre los impactos más representativos de esta alternativa, para dicha categoría, se encuentra la modificación en el nivel de presión sonora sobre zonas urbanas aledañas y cambio en el uso actual del suelo.

Adicionalmente, se podrían presentar impactos severos por la alteración de la infraestructura vial de tipo terciario y redes eléctricas menores. Por último, los impactos críticos podrían presentarse por generación de reasentamientos y reubicación de viviendas.

Figura 37 Resultados del Índice de Importancia Ambiental para la Alternativa 2



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

9.2.3 Aspectos territoriales

Esta alternativa, como se mencionó anteriormente, se encuentra en Mosquera, condición que implica un grado de gestión mayor a la alternativa ubicada en área de Bogotá, ya que se requiere concertación con el gobierno de dicho Municipio.

La alternativa territorialmente obedece al Plan de Ordenamiento Territorial “Gobierno siempre en marcha”, acogido por el Acuerdo No. 032 de 2013, dentro de la clasificación de suelo suburbano exclusivamente (100%), por lo que se encuentra enmarcada en las características que se muestran en la Tabla 31.

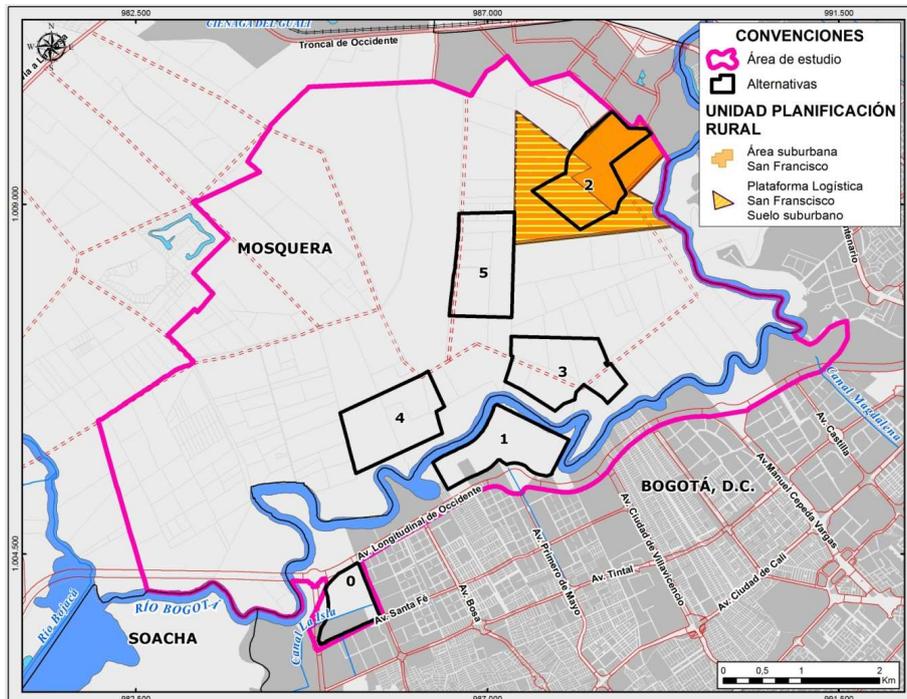
Tabla 31. Características del suelo suburbano de acuerdo al PBOT de Mosquera (2013)

Documento de Ordenamiento	Acuerdo 032 del 2013
Clasificación de suelo	Suelo rural
Categoría de suelo	Suelo suburbano
Tratamiento	Área Suburbana San Francisco (Art. 155)
Uso principal	Servicios relacionados al transporte: paraderos, restaurantes, estacionamientos, hoteles.
Uso compatible	Corredores viales de servicios rurales, bodegas, talleres
Uso Prohibido	Todos los relacionados con actuaciones urbanas.

Fuente: PBOT de Mosquera (2013) y Acuerdo 032 de 2013

En dicha área el Municipio de Mosquera adoptó la Unidad de Planificación Rural (UPR) “Plataforma Logística San Francisco”, mediante el Decreto No. 0294 de 2015, de acuerdo a los criterios descritos en el Artículo 155-A Subcapítulo 8 del Acuerdo 032, área que cuenta actualmente con 154,52 ha de las cuales 41,38 se encuentran dentro de la alternativa significando el 40% de la misma (Figura 38).

Figura 38. Relación de la Alternativa 2 respecto a la Unidad de Planificación Rural “Plataforma Logística San Francisco”



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

La UPR mantiene los usos principal, compatible y prohibido citados por el Acuerdo 032, para áreas suburbanas (Tabla 31). Específicamente el Decreto No. 0294 de la Alcaldía de Mosquera (2015), lista la zonificación de usos que se muestra en la Tabla 32, donde se denota que parte de las 41,38 ha, específicamente 31,97 ha correspondientes al ítem 6.3, podrían destinarse para la ubicación del patio-taller de la PLMB.

Sin embargo se verificó el estado actual de los proyectos que se pretenden desarrollar en esa área, confirmando que esta alternativa involucra un nivel mayor de gestión con terceros actores como Constructora Bolívar, quien fue la entidad que solicitó la formulación de la UPR al Municipio de Mosquera.

Tabla 32. Zonificación de áreas para la UPR San Francisco

Zonificación	Descripción	Área de la UPR		
		%	ha	km ²
1. Área total	-	100%	154,52	1.545.186,86
2. Área neta urbanizable	-	85,36%	131,90	1.318.971,50
3. Cesiones publicas obligatorias	-	25%	32,97	329.742,88
3.1 Parques y zonas verdes	-	17%	22,42	224.225,16
3.2 Equipamiento	-	8%	10,55	105.517,72
4. Cesiones publicas adicionales	-	6,45%	8,5074	85.073,66
4.1 Malla vial local	-	6,45%	8,5074	85.073,66
5. Total de cesiones publicas	-	31,45%	41,48	414.816,54
6. Área útil	-	68,55%	90,42	904.154,97
6.1 Área útil prioridad reforestación	-	33,56%	30,34	303.434,41
6.2 Área útil comercial	Uso principal: Comercio.	31,08%	28,10	281.011,36
6.3 Área útil plataforma logística	Usos principales: Servicios relacionados con transporte: paraderos, restaurantes, estacionamientos, hoteles, etc. Usos compatibles: Corredores viales de servicios rurales, bodegas y talleres.	35,36%	31,97	319.709,20
Área útil vendible		66%	60,07	600.720,56

Fuente: Decreto No. 0294 de la Alcaldía de Mosquera (2015)

De ser viable el uso de las 31,97 ha de área útil para plataforma del UPR, más las 60 ha disponibles dentro del suelo suburbano, la alternativa contaría con un área de 91,31 ha para el emplazamiento del proyecto.

9.2.4 Riesgos

Los riesgos de la alternativa están en mayor medida relacionados con demoras concernientes a posibles hallazgos arqueológicos ya que toda la alternativa, a nivel de pre factibilidad y sin estudios de detalle a nivel arqueológico, se encuentra dentro de potencial alto (este potencial se relaciona con cualidades físicas (geomorfología), sociales (histórico-culturales) y menor o nula intervención antrópica), también se le atribuye un nivel de riesgo relacionado con la poca aceptación que puede tener el proyecto por parte de la comunidad de Mosquera.

Adicionalmente, se considera que la alternativa presenta un mayor riesgo que la demás, en lo relacionado con los fenómenos de variabilidad climática, principalmente manifestados a través encharcamientos por eventos de precipitación elevada, pues esta es la más distante al río Bogotá, por lo que el control mediante por sistemas de conducción o impulsión de la alternativa al río, se dificultaría.

Finalmente, se evaluó como importante para la alternativa el riesgo relacionado con la articulación que se requiere entre diferentes instituciones y actores; como por ejemplo la Alcaldía de Bogotá con la Alcaldía de Mosquera y la concertación con Constructora Bolívar para la modificación de la UPR.

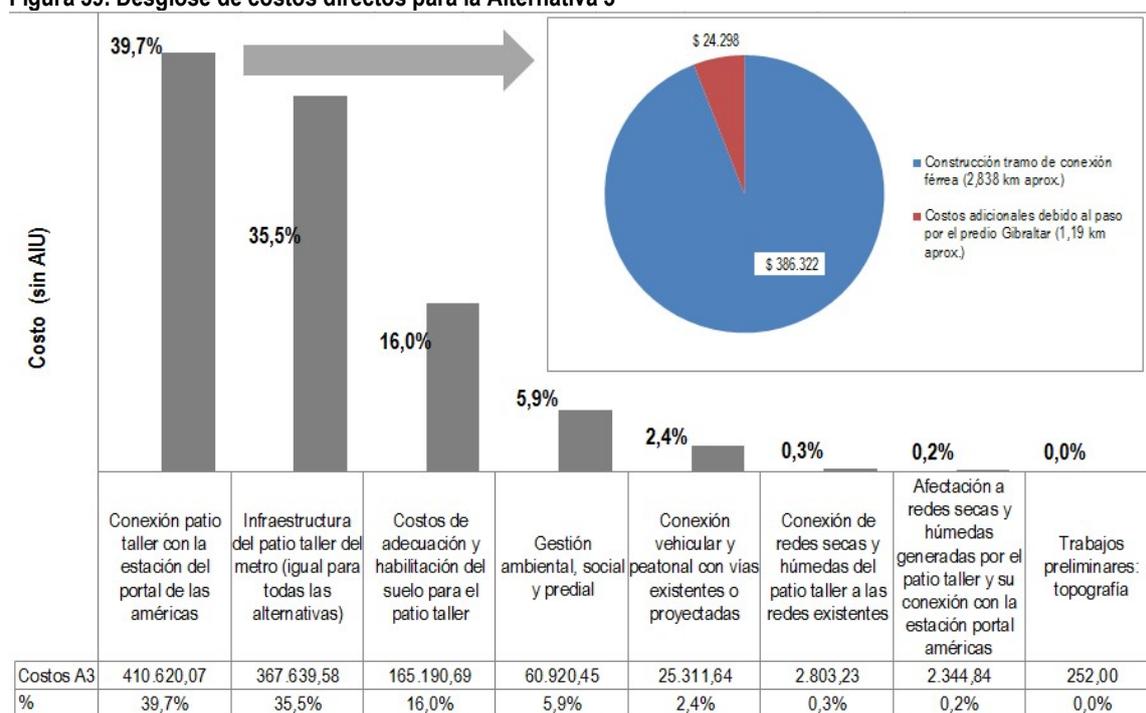
9.3 ALTERNATIVA 3

9.3.1 Análisis de costos

El costo del emplazamiento del proyecto en esta alternativa, se estimó en \$1.035.082,5 millones pesos colombianos antes de AIU y en \$1.299.753,1 millones de pesos colombianos con AIU. Al igual que en la alternativa 2, el mayor rubro está relacionado con la Conexión patio taller con la estación del portal de las américas, que corresponde al 39,7% del costo directo, que para la alternativa se estima en 2,84 km y los posibles costos adicionales asociados al paso en 1,19 km aprox. por el predio Gibraltar.

En segundo lugar, el costo de la alternativa que más influye esta atribuido a la Infraestructura del patio taller del metro equivalente al 35,5% del costo directo. Los valores de los ocho ítems de costo para la alternativa se observan en la Figura 39.

Figura 39. Desglose de costos directos para la Alternativa 3



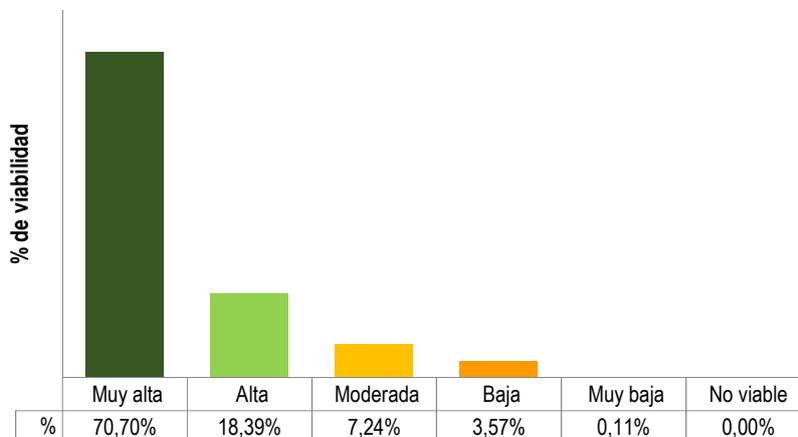
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Esta alternativa con respecto a las otras, se estima como la segunda más económica.

9.3.2 Viabilidad ambiental y social

La alternativa circunscribe aspectos ambientales, sociales y legales que le otorgan principalmente una viabilidad alta y muy alta para el emplazamiento del proyecto con el 70.70% (70.72 ha) y 18.39% (18.38 ha), respectivamente (Figura 40). Esta categoría se atribuye a que en el área se presenta primariamente:

Figura 40. Desglose de nivel de viabilidad ambiental y social para la Alternativa 3



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

- **Nivel de potencial muy alto:** La alternativa se encuentra ubicada sobre áreas con cultivos transitorios, unidad de cobertura que pertenece a coberturas antropizadas, con vocación de uso para el pastoreo semi intensivo, la cual implica que no se generarían impactos relevantes en términos de la transformación de ecosistemas naturales. Sobre esta se realizan actividades económicas de agricultura de subsistencia y comercial.

Adicionalmente, esta categoría también está determinada por el tamaño de la propiedad que corresponde principalmente a mediano y gran tamaño.

Es importante resaltar, que aunque la mayoría de la alternativa se encuentra en viabilidad muy alta, integra aspectos relevantes relacionados con la geomorfología que aportan al nivel de viabilidad baja, pues la mayoría de la alternativa se encuentra en planicies o llanuras de inundación, sin embargo al igual que la alternativa 1, actualmente en la ronda del río Bogotá existen obras que contribuyen a minimizar el riesgo de inundación, a pesar de esto el proyecto si debe considerar en su diseño obras que contribuyan a la estabilidad sobre los limos y arcillas presentes, además del control del riesgo de inundación.

Adicionalmente por la alternativa, pasa una vía de carácter secundario y una línea de distribución eléctrica domiciliaria; igualmente contiene una baja densidad de canales del distrito de riego al Ramada. Dicha infraestructura social presenta una significativa utilidad por su potencial de generación de bienes y/o servicios socioambientales. En este sentido, este tipo de construcciones presentan un bajo potencial en tanto requieren medidas de compensación con el objetivo de retornar a los beneficiarios los servicios que estas ofrecen.

La alternativa, tiene una mayor porción de su territorio en alto potencial arqueológico dado a que es factible encontrar evidencias arqueológicas e históricas que sean susceptibles de ser afectadas. Sin embargo, el uso intensivo del suelo en las últimas décadas, ya sea como expansión urbana o para agricultura intensiva, ha destruido la mayor parte de estos camellones, por lo que ya no se ven fácilmente. Así mismo, debido a que los lugares de habitación actuales poseen patrones semejantes a los de las sociedades prehispánicas, muchos sitios permanecen cubiertos bajo construcciones actuales o han sido destruidos.

- **Nivel de restricciones moderado:** Según el PBOT de Mosquera (Acuerdo 32 del 2013) esta área se encuentra en suelo rural, lo que implica, a nivel de gestión, la solicitud de cambio de uso del suelo a la Secretaría de Planeación Municipal vía Proyecto de Acuerdo. Esta solicitud sólo la puede hacer el Alcalde Municipal, por lo que será necesaria la concertación entre Distrito y Municipio. Al considerarse posible la modificación normativa a través de la concertación urbano-regional, esta alternativa tiene un nivel de restricción moderado.

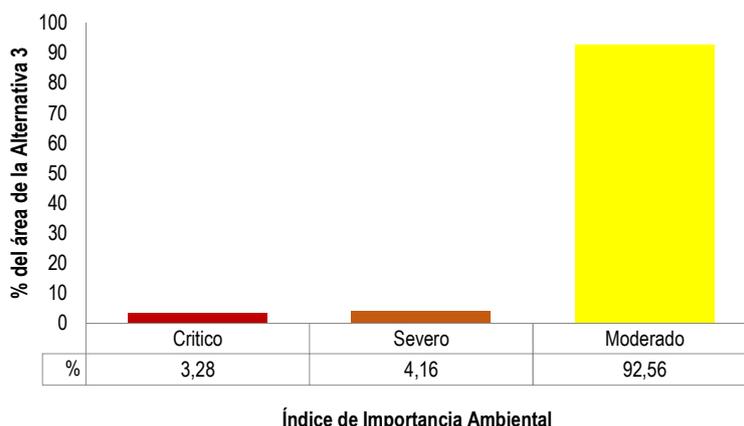
Por otro lado con respecto al Distrito de Riego y Drenaje la Ramada, el proyecto tiene la posibilidad de gestionar los canales secundarios siempre y cuando no se vean afectados los usuarios del mismo, previa autorización Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, que funciona desde 1961 como administradora del distrito.

- **Nivel de manifestación de impactos:** En esta alternativa se estima un predominio de impactos moderados (Figura 41), principalmente relacionados con el cambio en la destinación económica del suelo en áreas agrícolas de subsistencia y comerciales. También se incluye el impacto correspondiente a la alteración de las áreas de drenaje y riego en zonas con una densidad media (3-7 km/km²).

Por su parte, los impactos severos corresponden principalmente al impacto de alteración de las áreas de drenaje y riego dado los canales que potencialmente se podrían afectar.

Por último, el porcentaje de impactos críticos corresponde en su totalidad al impacto de Generación de procesos de reasentamiento y reubicación.

Figura 41 Resultados del Índice de Importancia Ambiental para la Alternativa 3



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

9.3.3 Aspectos territoriales

Según el Componente Rural del Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Mosquera (Acuerdo 032 de 2013) la alternativa 3 se encuentra ubicada en el Área Rural San Francisco perteneciente al Sector Oriental. Dicha área rural se caracteriza por poseer suelos aptos para la agricultura, y tierras dedicadas a la ganadería y a la cría de ganado de lidia. Los terrenos de mayor extensión están dedicados a la ganadería intensiva o semi intensiva. Estas características ubican la alternativa 3 en la categoría de suelo rural denominada Áreas de Producción teniendo el siguiente régimen de usos:

Tabla 33. Régimen de usos para Alternativa 3

Documento de Ordenamiento	Acuerdo 032 del 2013
Clasificación de suelo	Suelo rural
Categoría de suelo	Áreas de Producción
Tratamiento	Distrito de Riego y Drenaje La Ramada
Uso principal	Agropecuario mecanizado o altamente tecnificado, uso forestal protector para promover la formación de la malla ambiental.
Uso compatible	Infraestructura para distrito de adecuación de tierras
Uso condicionado	Cultivos de flores
Uso Prohibido	Usos industriales de transformación, usos urbanos y suburbanos, loteos con fines de construcción de vivienda.

Fuente: PBOT de Mosquera (2013) y Acuerdo 032 de 2013

Esta alternativa se encuentra dentro del Distrito de Riego y Drenaje La Ramada en donde el PBOT de Mosquera establece una ronda de 15 metros a lado y lado para los canales principales y 7m a lado y lado para los secundarios. La Ramada se encuentra dentro de la categoría de Distrito de Adecuación de Tierras, definida como zona de influencia de obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje, o protección contra inundaciones con el propósito de aumentar su productividad agropecuaria. Según lo anterior el área definida para la alternativa 3 se encuentra ubicada en un suelo de gran importancia para la producción agropecuaria y por lo tanto tiene una restricción normativa por incompatibilidad de usos con el proyecto. Para este caso será necesario concertar con el Alcalde y la Secretaría de Planeación de Mosquera el cambio de uso del suelo en el PBOT para darle viabilidad al proyecto.

Igualmente se debe tener en cuenta que el PLMB es de interés del Gobierno Nacional desde su consagración en el documento Conpes 3677 de 2010 “de Movilidad Integral para la región Capital Bogotá – Cundinamarca” el cual describe la política de la Nación para participar en el desarrollo integral de la movilidad de la Región Capital Bogotá – Cundinamarca, por lo tanto el documento de ordenamiento territorial de la ciudad de Mosquera tendría que articularse con la política de desarrollo integral de movilidad.

9.3.4 Riesgos

La alternativa tiene potencial arqueológico alto, en el 83% de su área no obstante la posibilidad de hallazgos de relevancia que impidan el desarrollo del proyecto es baja, pues la evidencia indica que hacia los linderos con el río Bogotá, las comunidades precolombinas solían tener camellones para desarrollar cultivos, que en la actualidad se encuentran destruidos por las actividades agrícolas. Adicionalmente, en lo relacionado a demoras en la etapa constructiva ocasionada por fenómenos de variabilidad climática, principalmente manifestados a través encharcamientos por eventos de precipitación elevada, la alternativa ofrece oportunidad de gestión, mediante drenaje directo a río Bogotá por sistemas de conducción o impulsión al río Bogotá.

El número de predios que se tendría que gestionar es el mayor (nueve predios) y de condición privada, lo que la posiciona como la más difícil de negociar, con respecto a la otras alternativas.

Finalmente, se evaluó como importante para la alternativa el riesgo relacionado con la articulación que se requiere entre diferentes instituciones y actores; como por ejemplo la Alcaldía de Bogotá y la Alcaldía de Mosquera.

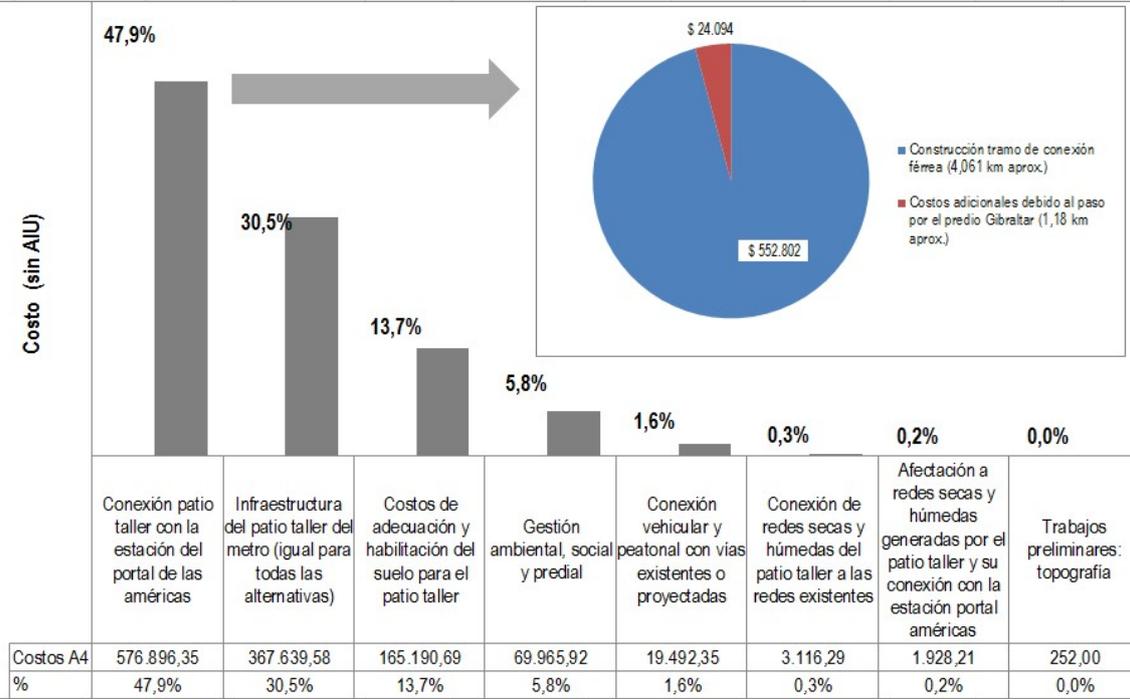
9.4 ALTERNATIVA 4

9.4.1 Análisis de costos

El valor aproximado que requeriría el proyecto en esta alternativa sería de \$ 1.204.481,4 millones de pesos colombianos antes de AIU y \$ 1.512.4867,3 millones de pesos colombianos con AIU. Al igual que la alternativa 2, el mayor porcentaje está asociado con la conexión del patio taller a la estación del portal de las Américas que incluye la construcción de 4,06 km de viaducto para la línea férrea y los posibles costos adicionales debido al paso por el predio Gibraltar en 1,18 km; el costo aproximado del ítem de conexión a la estación portal Américas es de \$ 576.896,4 millones de pesos, valor que representa el 47,9% del costo directo de la alternativa.

Los valores de los ocho ítems de costo para la alternativa se observan en la Figura 42.

Figura 42. Desglose de costos directos para la Alternativa 4

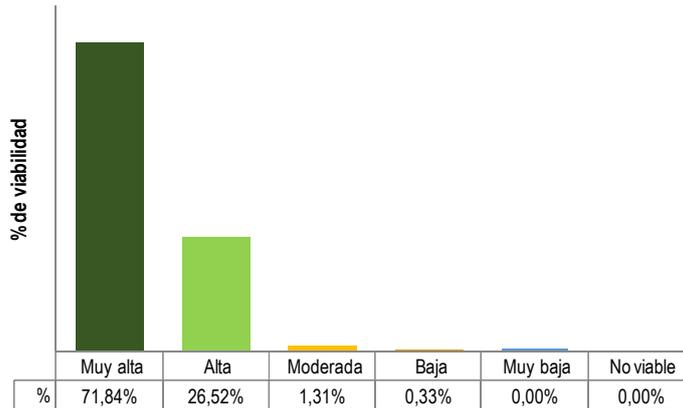


Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

9.4.2 Viabilidad ambiental y social

Esta alternativa se destaca porque es la que mayor área posee en viabilidad muy alta con el 71.84% de su área, seguida de viabilidad muy alta con el 26.52%. Tal como se evidencia en la Figura 43.

Figura 43 Desglose de nivel de viabilidad ambiental y social para la Alternativa 4



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

- **Nivel de potencial muy alto:** A nivel de geología, la mitad del área de la alternativa se encuentra en terrazas altas, planicies y deltas lacustrinos, donde predominan arcillas y limos consolidados, moderadamente estables;



esta es la unidad que presenta menor probabilidad de inundación ya que no tiene aporte actual de sedimentos, lo que repercute en que su geomorfología sea plana de aspecto aterrazado y morfología ondulada.

A nivel de capacidad de uso del suelo, la alternativa se encuentra en zonas de pastoreo semintensivo, actividades que generan alteraciones por compactación del suelo, en similitud con las actividades del proyecto que también presentarían afectaciones de la misma índole pero con mayor intensidad. Actualmente, la unidad de cobertura presente es pastos limpios y la actividad económica agropecuaria comercial.

Adicionalmente, el área posee terrenos donde el tamaño de la propiedad es principalmente mediano y alto, y la densidad de infraestructura social es muy baja.

- **Nivel de restricciones moderado:** Según el PBOT de Mosquera (Acuerdo 32 del 2013) esta área se encuentra en suelo rural, lo que implica, a nivel de gestión, la solicitud de cambio de uso del suelo a la Secretaría de Planeación Municipal vía Proyecto de Acuerdo. Esta solicitud sólo la puede hacer el Alcalde Municipal, por lo que será necesaria la concertación entre Distrito y Municipio. Al considerarse posible la modificación normativa a través de la concertación urbano-regional, esta alternativa tiene un nivel de restricción moderado.

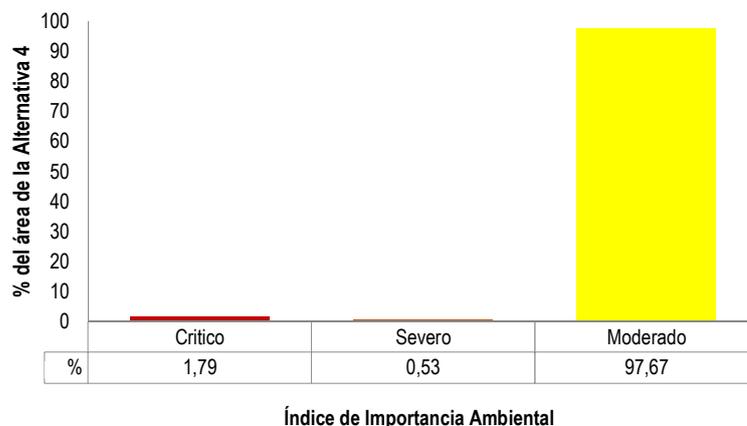
Por otro lado con respecto al Distrito de Riego y Drenaje la Ramada, el proyecto tiene la posibilidad de gestionar los canales secundarios siempre y cuando no se vean afectados los usuarios del mismo, previa autorización Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, que funciona desde 1961 como administradora del distrito.

- **Nivel de manifestación de impactos:** Para esta alternativa predominan potencialmente los impactos Moderados correspondientes al cambio en la destinación económica del suelo y modificación en el uso actual del suelo en áreas agropecuarias, comerciales y de agricultura, tanto de subsistencia como comercial.

El porcentaje de impactos severos corresponden principalmente a la potencial afectación que se podría presentar por Cambio en la destinación económica del suelo en áreas destinadas al transporte y comercio y por el impacto de Alteración de las áreas de drenaje y riego ya que se podrían afectar canales directamente por el emplazamiento del proyecto.

Con relación a la categoría crítica, corresponde en su totalidad a la potencial afectación que se generaría por el impacto de generación de procesos de reasentamiento y reubicación.

Figura 44. Resultados del Índice de Importancia Ambiental para la Alternativa 4



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

9.4.3 Aspectos territoriales

Según el Componente Rural del Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Mosquera (Acuerdo 032 de 2013) la alternativa 4 se encuentra ubicada en el Área Rural San José 1 perteneciente al Sector Oriental. Dicha área rural se caracteriza por tener un suelo de alta productividad destinado a usos agrícolas, ganaderos y forestales. Adicionalmente se localizan asentamientos poblacionales como son: el centro poblado Parcelas, el Condominio Los Pinos y el área suburbana donde se propone la localización de la plataforma logística ALO. El área rural San José 1 presenta usos residenciales, lotes disponibles para el desarrollo con tendencia a consolidación de vivienda y/o comercio de pequeña escala y presenta en la mayor parte de su extensión usos agrícolas, este último es el único uso existente en la alternativa 4. La Tabla 34 muestra el régimen de usos para la Alternativa 4, considerando que la totalidad del área se ubica en Área de Producción del Distrito de Riego La Ramada.

Tabla 34. Régimen de usos para Alternativa 4

Documento de Ordenamiento	Acuerdo 032 del 2013
Clasificación de suelo	Suelo rural
Categoría de suelo	Áreas de Producción
Tratamiento	Distrito de Riego y Drenaje La Ramada
Uso principal	Agropecuario mecanizado o altamente tecnificado, uso forestal protector para promover la formación de la malla ambiental.
Uso compatible	Infraestructura para distrito de adecuación de tierras
Uso condicionado	Cultivos de flores
Uso Prohibido	Usos industriales de transformación, usos urbanos y suburbanos, loteos con fines de construcción de vivienda

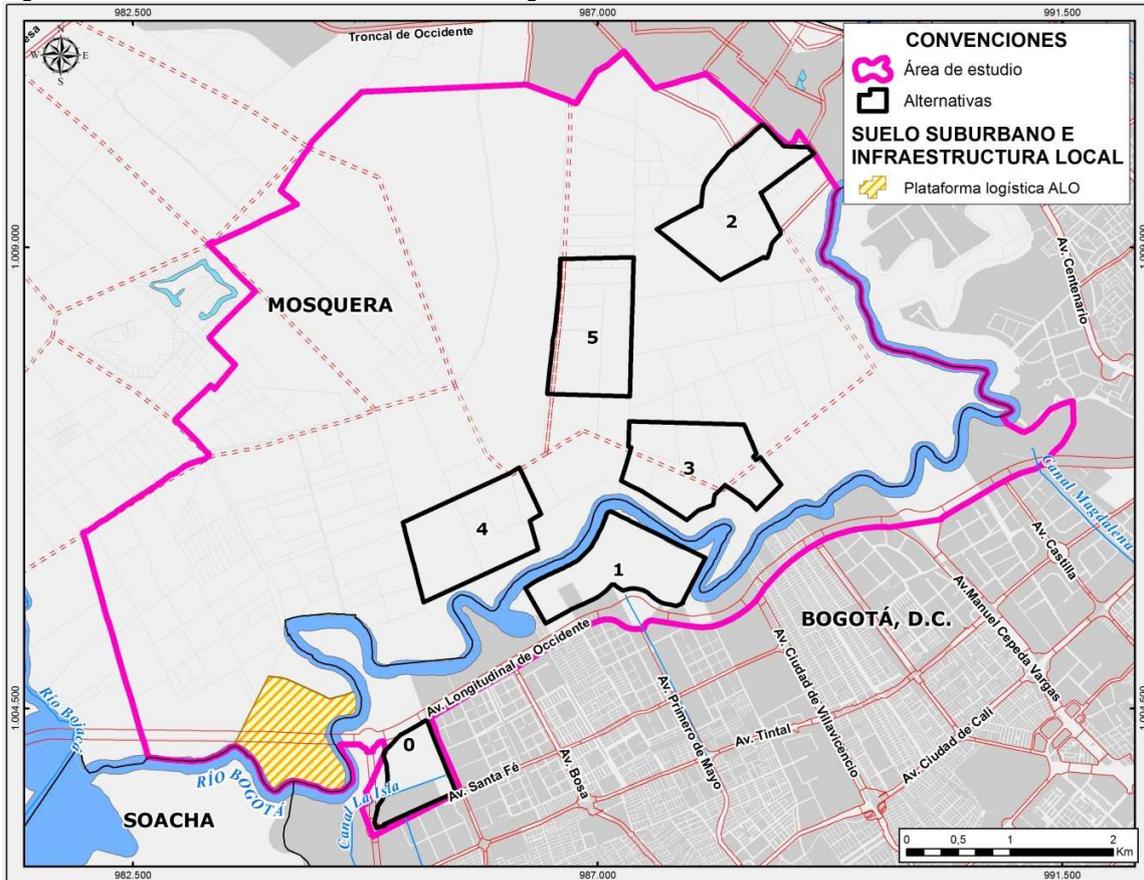
Fuente: PBOT de Mosquera (2013) y Acuerdo 032 de 2013

Para esta alternativa se recomienda establecer una ronda de 15 metros a lado y lado para los canales principales y 7m a lado y lado para los secundarios según lo definido en el PBOT de Mosquera y tener en cuenta las mismas consideraciones expuestas en la alternativa 3 en relación con la categoría de Distrito de Adecuación de Tierras que tiene La Ramada.

La alternativa 4 está ubicada en zona de influencia de obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje, o protección contra inundaciones con el propósito de aumentar su productividad agropecuaria por lo tanto se encuentra ubicada en un suelo de gran importancia para la producción agropecuaria, lo que implica una restricción normativa por incompatibilidad de usos con el proyecto. Para este caso será necesario concertar con el Alcalde y la Secretaría de Planeación de Mosquera el cambio de uso del suelo en el PBOT para darle viabilidad normativa al proyecto. Igualmente se debe tener en cuenta que el PLMB es de interés del Gobierno Nacional desde su consagración en el documento Conpes 3677 de 2010 “de Movilidad Integral para la región Capital Bogotá – Cundinamarca” el cual describe la política de la Nación para participar en el desarrollo integral de la movilidad de la Región Capital Bogotá – Cundinamarca, por lo tanto el documento de ordenamiento territorial de Mosquera tendría que articularse con la política de desarrollo integral de movilidad.

La alternativa 4 es la más cercana a la Unidad de Planificación Rural “Plataforma Logística ALO” (Figura 45) por lo que tiene el potencial de consolidar un polo de desarrollo destinado a usos compatibles con el transporte, sin embargo hay que tener en cuenta que esto requiere de un ejercicio adicional de ordenamiento territorial que implica la concertación con el Municipio de Mosquera para cambiar la vocación del suelo rural.

Figura 45. Relación Alternativa 4 con Plataforma Logística ALO



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

9.4.4 Riesgos

Esta alternativa resulta más viable a nivel de riesgos, ya que su comportamiento es muy similar a lo descrito en la alternativa 3 con el aliciente de que solo involucra la gestión de cuatro predios.

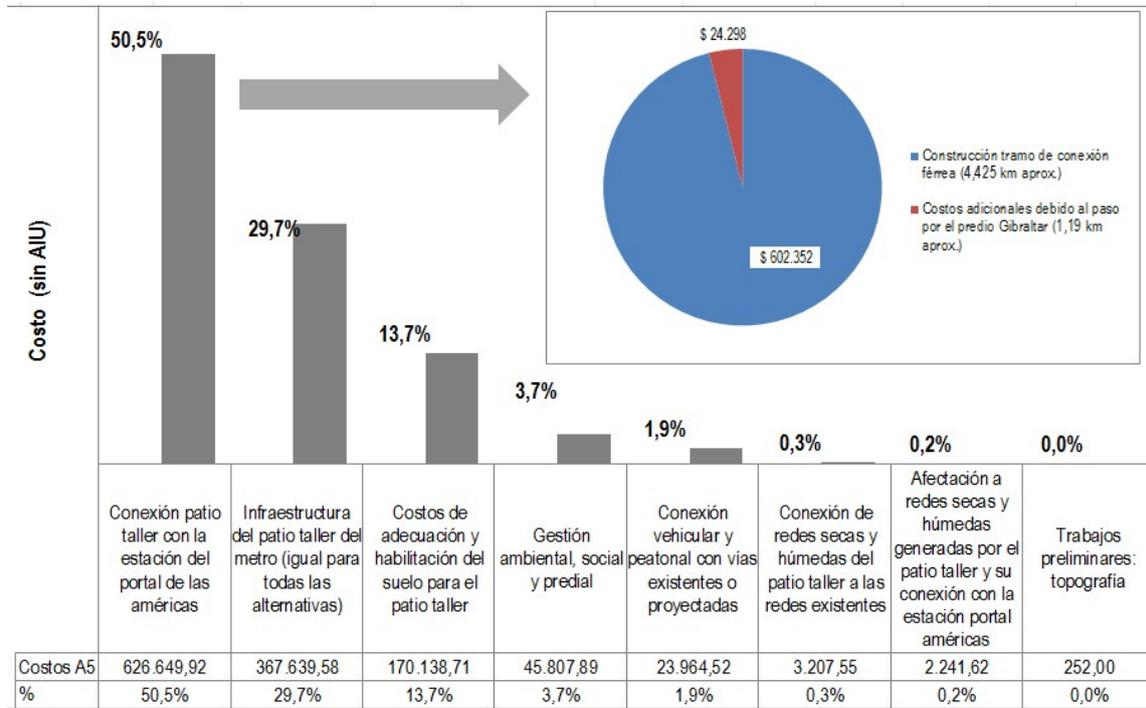
9.5 ALTERNATIVA 5

9.5.1 Análisis de costos

Según el análisis de costos realizado, la alternativa 5 resulta medianamente costosa para el proyecto con un valor de \$1.239.901,8 millones de pesos colombianos antes de AIU y \$ 1.556.944,7 millones de pesos colombianos con AIU. Al igual que las alternativas 2 y 4, el mayor porcentaje está asociado con la conexión del patio taller a la estación del portal de las Américas que consiste en 4,42 km de viaducto para la línea férrea y los posibles costos adicionales debido al paso por el predio Gibraltar en 1.19 km; el costo aproximado de este ítem es de \$ 626.649,9 millones de pesos, valor que representa el 50,5% del costo directo de la alternativa.

Los valores de los ocho ítems de costo para la alternativa se observan en la Figura 46.

Figura 46. Desglose de costos directos para la Alternativa 5

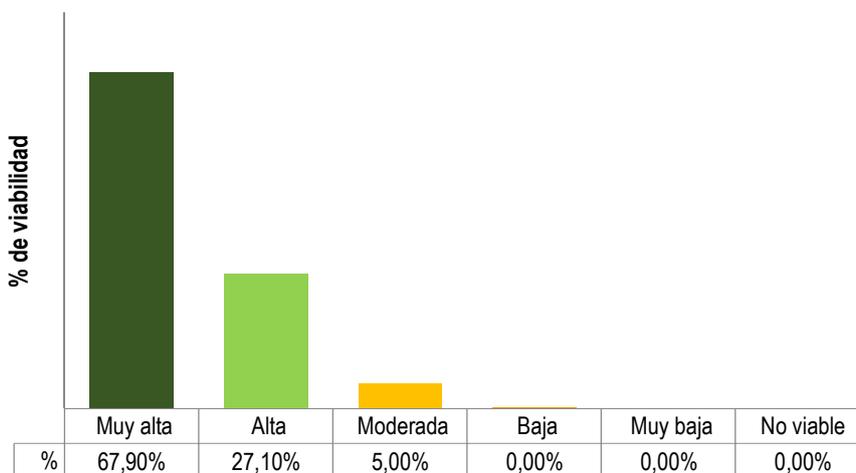


Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

9.5.2 Viabilidad ambiental y social

En la Figura 47 se puede observar que el nivel de viabilidad ambiental y social predominante para esta alternativa, es la categoría muy alta con el 67.9% que corresponde a 67.95 ha, seguida de viabilidad alta con 27.10% (27.12 ha). Estas categorías están relacionadas con las siguientes características:

Figura 47. Desglose de nivel de viabilidad ambiental y social para la Alternativa 5



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

- **Nivel de potencial muy alto:** Se relaciona con la presencia de terrazas altas moderadamente estables, que corresponden a depósitos de origen lacustre donde predominan arcillas y limos, es la unidad con menor probabilidad de inundación que no tiene aporte actual de sedimentos, constituyéndose la más consolidada por su edad. Adicionalmente, la alternativa posee parte de su territorio sobre planicies extensas de aspecto aterrazado y morfología ondulada, que no generan restricción para el emplazamiento del proyecto.

A nivel de las características del suelo, la alternativa se encuentra sobre áreas donde se desarrollan cultivos transitorios, pero cuya vocación es de pastoreo semi intensivo, actividades de origen antrópico que producen alteraciones en el recurso similares a las que generaría el proyecto, principalmente por compactación (misma índole pero diferente intensidad), por lo que se considera que no se verán afectados servicios y bienes ambientales de relevancia ecológica.

La alternativa se encuentra en áreas rurales en donde predomina la mediana y gran propiedad, donde se localizan asentamientos y/o viviendas dispersas que posibilitan el desarrollo del proyecto. Además que las alternativas 3 y 4 predomina el alto potencial arqueológico.

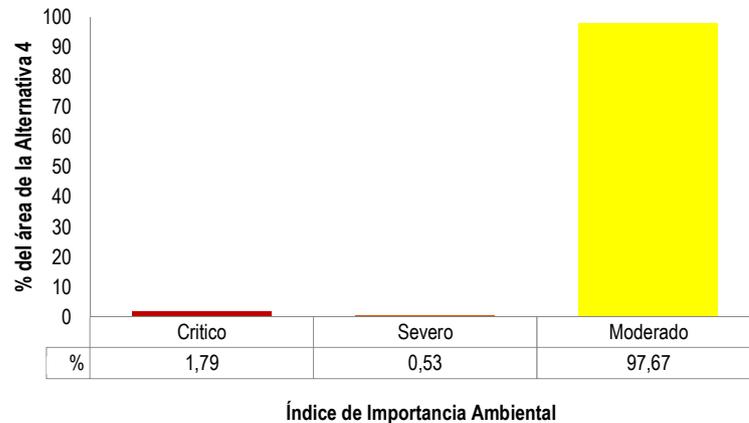
- **Nivel de restricciones moderado:** Según el PBOT de Mosquera (Acuerdo 32 del 2013) esta área se encuentra en suelo rural, lo que implica, a nivel de gestión, la solicitud de cambio de uso del suelo a la Secretaría de Planeación Municipal vía Proyecto de Acuerdo. Esta solicitud sólo la puede hacer el Alcalde Municipal, por lo que será necesaria la concertación entre Distrito y Municipio. Al considerarse posible la modificación normativa a través de la concertación urbano-regional, esta alternativa tiene un nivel de restricción moderado.

Por otro lado con respecto al Distrito de Riego y Drenaje la Ramada, el proyecto tiene la posibilidad de gestionar los canales secundarios siempre y cuando no se vean afectados los usuarios del mismo, previa autorización Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, que funciona desde 1961 como administradora del distrito.

- **Nivel de manifestación de impactos:** Principalmente para esta alternativa se podrían presentar impactos moderados, como muestra la Figura 48. Estos se relacionan con cambio en la destinación económica del suelo en zonas de agricultura de subsistencia y comercial y la alteración de la cobertura vegetal sobre cultivos transitorios.

Los impactos severos corresponden principalmente a la Alteración de las áreas de drenaje y riego por que el emplazamiento de esta alternativa, lo cual tendría el potencial de afectar directamente canales de riego en el área. Por su parte el impacto crítico corresponde a la Afectación áreas protegidas por la potencial afectación al predio de Tibaitatá y al impacto de Generación de procesos de reasentamiento y reubicación.

Figura 48. Resultados del Índice de Importancia Ambiental para la Alternativa 4



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

9.5.3 Aspectos territoriales

Según el Componente Rural del Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Mosquera (Acuerdo 032 de 2013) la alternativa 5 se encuentra ubicada en el Área Rural San Francisco perteneciente al Sector Oriental. Dicha área rural se caracteriza por poseer suelos aptos para la agricultura, y tierras dedicadas a la ganadería y a la cría de ganado de lidia. Los terrenos de mayor extensión están dedicados a la ganadería intensiva o semi intensiva. Estas características ubican la alternativa 5 en la categoría de suelo rural denominada Áreas de Producción teniendo el siguiente régimen de usos:

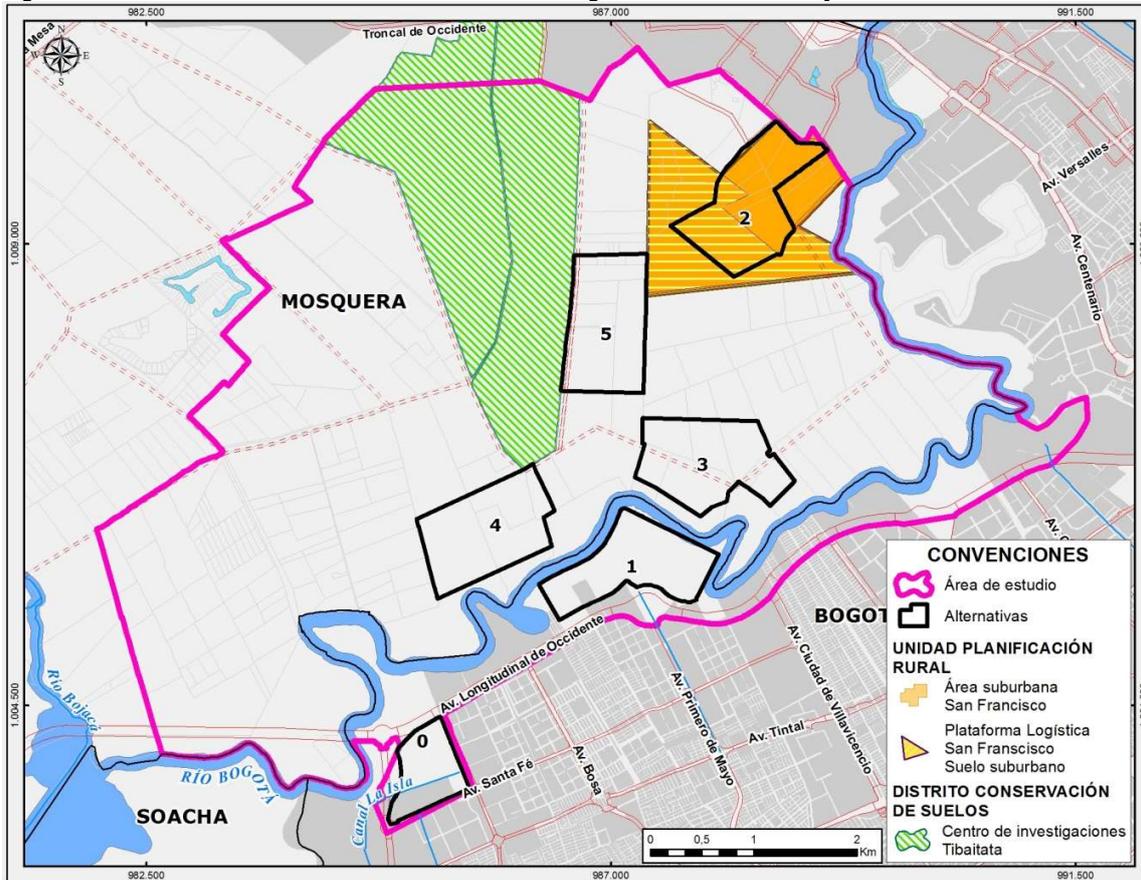
Tabla 35. Régimen de usos para Alternativa 5

Documento de Ordenamiento	Acuerdo 032 del 2013
Clasificación de suelo	Suelo rural
Categoría de suelo	Áreas de Producción
Tratamiento	Distrito de Riego y Drenaje La Ramada
Uso principal	Agropecuaria mecanizada o altamente tecnificada, uso forestal protector para promover la formación de la malla ambiental.
Uso compatible	Infraestructura para distrito de adecuación de tierras
Uso condicionado	Cultivos de flores
Uso Prohibido	Usos industriales de transformación, usos urbanos y suburbanos, loteos con fines de construcción de vivienda

Fuente: PBOT de Mosquera (2013) y Acuerdo 032 de 2013

Esta alternativa se encuentra dentro del Distrito de Riego y Drenaje La Ramada y colinda al occidente con el Distrito de Conservación de Suelos del Centro de Investigación Tibaitatá y al oriente con la Unidad de Planificación Rural (UPR) "Plataforma Logística San Francisco", adoptada mediante el Decreto No. 0294 de 2015 (Figura 49).

Figura 49. Relación Alternativa 5 con UPR “Plataforma Logística San Francisco” y DCS “Tibaitatá”



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Según el régimen de suelos de esta alternativa se debe respetar una ronda de 15 metros a lado y lado para los canales principales y 7m a lado y lado para los secundarios. Se debe tener en cuenta que La Ramada se encuentra dentro de la categoría de Distrito de Adecuación de Tierras, definida como zona de influencia de obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje, o protección contra inundaciones con el propósito de aumentar su productividad agropecuaria. Según lo anterior el área definida para la alternativa 5 se encuentra ubicada en un suelo de importancia para la producción agropecuaria y por lo tanto tiene una restricción normativa por incompatibilidad de usos con el proyecto. Para este caso será necesario concertar con la Secretaría de Planeación de Mosquera el cambio de uso del suelo en el PBOT para darle viabilidad al proyecto. Igualmente se debe tener en cuenta que el PLMB es de interés del Gobierno Nacional desde su consagración en el documento Conpes 3677 de 2010 “de Movilidad Integral para la región Capital Bogotá – Cundinamarca” el cual describe la política de la Nación para participar en el desarrollo integral de la movilidad de la Región Capital Bogotá – Cundinamarca, por lo tanto el documento de ordenamiento territorial de Mosquera tendría que articularse con la política de desarrollo integral de movilidad.

9.5.4 Riesgos

El nivel de riesgo para esta alternativa, se puede catalogar como medio, ya que posee nueve predios para gestionar, un 78% de su área en un potencial alto a nivel arqueológico pues se encuentra cerca del sitio arqueológico denominado Tibaitatá, además de cercanía a lugares de vivienda y cultivos con potencial de hallazgos arqueológicos. Sin embargo, al igual que las otras alternativas el área, en las últimas décadas, ha experimentado uso intensivo lo que ha destruido la mayor parte de la potencial evidencia arqueología del área.

Se destaca de la alternativa 5, que aunque sería la que menor riesgo presenta por inundación o encharcamiento, de presentarse alguno de estos fenómenos tendría menor posibilidad de gestión dada su distancia con el río Bogotá.

10 Discusión de resultados

El documento técnico presentado para la optimización del patio taller de la primera línea del metro de Bogotá, consistió en un estudio de perfil preliminar y partió de un análisis que integró la dinámica urbano - regional de Bogotá en su contexto territorial principalmente con el municipio de Mosquera, donde se evidenció la necesidad de establecer oportunidades de movilidad integral dada la cercanía de la primera estación del Metro en el portal de las Américas y las escasas posibilidades de terrenos disponibles en suelos de Bogotá.

El diagnóstico para la identificación de los mejores lugares para emplazar el patio taller se desarrolló bajo la metodología de Presión – Estado – Respuesta, y se consideró de esta manera las principales actividades humanas que ejercen presiones sobre el medio cambiando la calidad y cantidad de recursos naturales en su entorno. Las presiones consistieron en las variables del ordenamiento territorial que restringen el patio taller dentro de las que se destacan, la clase y uso reglamentado del suelo (mayoritariamente rural), las zonas de amenaza y riesgo socio natural, áreas protegidas (rondas a cuerpos de agua, zonas de manejo y preservación del río Bogotá, distrito conservación de suelos de Tibaitatá, zonas de retiro de infraestructura). Desde el análisis de estado, se documentó la oferta ambiental en la zona de estudio y se identificaron ventajas comparativas o potencialidades en temas como geotecnia, vocación de los suelos, destinación económica de la tierra, infraestructura social, posibilidades de hallazgos arqueológicos, y distribución y tamaño de la propiedad predial. La tercera dinámica analizada fue la Respuesta, que correspondió a los impactos de las presiones sociales sobre las potencialidades ambientales del entorno, donde se resalta la alteración del drenaje y riesgo, modificación del paisaje, afectación de áreas protegidas, generación de procesos de reasentamiento y reubicación y el cambio en el uso actual del suelo.

La integración de los elementos del análisis de las presiones, estado y respuesta dio como resultado una síntesis denominada viabilidad ambiental, la cual mostró de forma cualitativa las posibilidades para ubicación de las alternativas respecto al emplazamiento del patio taller del metro (PLMB). Se encontró como resultado en primer lugar, que el área de estudio tiene altas posibilidades para el desarrollo del proyecto. En este sentido, la mayor proporción del área de estudio se encuentra en viabilidad alta y muy alta (aprox 58%), mientras las zonas de calidad baja y muy baja ocupan cerca del 20%. Por su parte, la categoría, no viable, tiene un porcentaje muy bajo de participación que no supera el 2%. En general, el área de estudio que pertenece a Mosquera, es la que presenta los mejores niveles de viabilidad ambiental.

La delimitación de las alternativas se realizó basado en la viabilidad ambiental, buscando un área aproximada de 100 ha donde principalmente no existiera superposición con zonas no viables. También se persiguió ocupar la mayor cantidad de área en viabilidad alta o muy alta. Como resultado se obtuvieron siete (7) alternativas preseleccionadas, las cuales posteriormente se redujeron a cinco (5) tomando como criterio de decisión los costos de construcción y operación condicionados sustancialmente por la distancia.

El proceso de comparación de las cinco (5) alternativas seleccionadas consistió en un análisis multicriterio de variables agrupadas en cuatro (4) grandes criterios: financieros, socio-ambiental, territorio y riesgos. A cada una de las variables se le asignó una calificación ordinal de uno (1) a cinco (5), donde uno (1) representa la menor favorabilidad y cinco (5) significa la opción más favorable para la ubicación del proyecto. Los criterios fueron ponderados en dos (2) diferentes escenarios definidos por la Financiera de Desarrollo Nacional y el Gobierno Nacional.

De acuerdo con los análisis realizados en los aspectos económicos o de costos, las alternativas de menor estimación presupuestal corresponden a la 1 y la 3 con valores totales (incluido AIU) de \$1.249.189,0 y \$1.298.821,5 millones de pesos respectivamente, que representan una diferencia porcentual aproximada de 3,9% entre dichas alternativas; asimismo, las alternativas de mayor estimación presupuestal son la 2 y la 0 con valores de \$1.680.155,90 y \$1.687.609,77 millones de pesos respectivamente, que muestran una diferencia porcentual aproximada de 0,4% entre dichas alternativas.

En general, los aspectos que mayor incidencia causan en la estimación de los costos directos para las alternativas corresponden principalmente a: 3. Infraestructura del patio taller del metro. 4. Conexión del patio taller con la estación del portal de las Américas y 2. Costos de adecuación y habilitación del suelo para el patio taller. De estos, los costos relacionados con el aspecto 4. Conexión del patio taller con la estación del portal de las Américas, están determinados por la ubicación geográfica de las alternativas que se refleja en mayores o menores longitudes de línea férrea que es necesaria construir; en este sentido, las alternativas 1 y 3 que se encuentran más cercanas al portal de las Américas presentan los menores costos y relación porcentual por este aspecto.

En relación al criterio socio-ambiental, los resultados obtenidos de la zonificación de las variables de estado – presión – respuesta, muestran que la alternativa 3, 4 y 5 son las más favorables teniendo en cuenta que presentaron los mayores porcentajes de viabilidad alta y muy alta (igual o superior al 90%). En orden de favorabilidad le siguió las alternativas 2 y 0, las dos con cerca de un 80% de zonas ambientalmente viables. Por último, se encontró la alternativa 1, cuya favorabilidad es muy baja determinada por bajos porcentajes de zonas viables en términos de reglamentación del territorio.

El análisis de aspectos territoriales se basó en la identificación del uso reglamentado del suelo en las áreas delimitadas para cada alternativa, lo que permitió definir la compatibilidad de usos con el proyecto. Las alternativas en las que se identifican usos compatibles con el del proyecto de PLMB son la 1 y la 2. La primera ubicada en un área donde está delimitado el Plan Parcial Bosa 38 puede ser viable por medio de Solicitud de Determinantes de Formulación de Plan Parcial. La segunda se ubica en un área delimitada para la Unidad de Planificación Rural San Francisco, adoptada por el Decreto 0294 de 2015, y formulada por la Constructora Bolívar. Este panorama normativo dificulta la gestión para la viabilidad de ocupación del proyecto en dicha área. Por otro lado, las alternativas 3, 4 y 5 se ubican en suelo rural lo que genera una incompatibilidad de usos y obliga a viabilizar el proyecto por medio de una Solicitud de Cambio de Uso al Concejo Municipal, amparada en la Política de Movilidad Integral Bogotá – Cundinamarca (Conpes 3677 de 2010).

En el contexto del criterio de riesgos o imprevistos al proyecto, se consideró aspectos de negociación catastral, demoras en licenciamiento social y ambiental, dificultades constructivas por adecuación del terreno, demoras en la regulación del territorio y el nivel de los procesos de gestión institucional requeridos. Se encontró que la alternativa 4 constituye la opción más conveniente, seguida de la alternativa 1 aunque esta se ve afectada por un factor relacionado con la logística requerida para la remoción de los biosólidos de la EAAB. Las alternativas 3 y 5, se comportan de forma similar con un riesgo moderado diferenciándose frente a la alternativa 4 (de menor riesgo) en temas de adquisición predial y demoras por hallazgos arqueológicos. Por último la alternativa 2, representa la opción menos conveniente dado que muestra mayores riesgos relacionados principalmente por concertaciones institucionales, compensaciones a terceros y posibilidades de presión social dada su cercanía a zonas urbanas.

La comparación de las alternativas incluyó la alternativa cero (Bosa), la cual es el resultado de un estudio preliminar elaborado por el consorcio L1 y sólo se está analizando como referencia. La alternativa cero presenta aspectos a favor como: la ubicación administrativa en Bogotá; aproximadamente un 77% de zonas con viabilidad ambiental alta y muy alta; y un nivel de riesgos moderado representado principalmente en una menor cantidad de actores en cuanto a procesos de gestión predial, ambiental e institucional. Entre los aspectos menos favorables se tienen: es la alternativa más costosa principalmente debido a que presenta la mayor longitud de vía férrea a construir para conectarse con el portal Américas (5,18 km); presenta un área disponible de 45 ha; y como riesgo puede presentar posibles acciones de protesta social debido a la densidad poblacional existente en su entorno.

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De manera general se puede concluir que todas las alternativas evaluadas presentan viabilidad técnica para el emplazamiento del proyecto, adicionalmente el ejercicio de comparación demostró que no existe alguna que se destaque significativamente, a pesar de que se considera que las alternativas 3 y 4 son muy homogéneas, las cuales bajo el análisis multicriterio resultan como las más viables para ubicar el patio-taller de la PLMB (Tabla 36 y Tabla 37). Desde una visión más amplia en el contexto urbano regional de la ciudad, se recomienda analizar la situación de ocupación actual de Bogotá en tanto las proyecciones de expansión hacia los municipios aledaños, que muestra la necesidad de implementar estrategias equilibradas y armónicas de desarrollo en el caso particular con el municipio de Mosquera. En este sentido, la ubicación de los patios – talleres en las alternativas 3 y 4 representa una medida prospectiva que en el largo plazo implicaría una oportunidad para el desarrollo planificado de la sabana de Bogotá.

Tabla 36. Orden de elegibilidad de las alternativas de acuerdo al escenario A

Alternativa	1	2	3	4	5
Orden de elegibilidad	3	5	2 (2 ^{da} más viable)	1 (más viable)	4

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Tabla 37. Orden de elegibilidad de las alternativas de acuerdo al escenario B

Alternativa	1	2	3	4	5
Orden de elegibilidad	2 (2 ^{da} más viable)	5	1 (más viable)	3	4

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

En síntesis los resultados cuantitativos de las alternativas pueden explicarse a partir de los siguientes elementos o situaciones:

➤ Alternativa 1

- El criterio ambiental muestra baja favorabilidad fundamentalmente por presencia de áreas de protección relacionadas con la zona de manejo y preservación ambiental del río Bogotá (Decreto 190 de 2004 - Artículo 111).
- Se debe solicitar a la autoridad ambiental (CAR) concepto sobre la viabilidad del proyecto en esta área al momento de hacer la Solicitud de Determinantes para la Formulación del Plan Parcial Bosa 38.
- Una parte de la alternativa 1 (cerca de 57 ha), se ubica en el predio El Corzo, el cual es propiedad del acueducto; en este predio, actualmente se realiza el secado, mezcla 1:1 con suelo del sitio y disposición de los sólidos de la planta El Salitre. Estas disposiciones muestran diferencias con alturas de relleno que pueden variar entre 2 y 5m de altura.
- Según planos de levantamiento topográfico del acueducto, a fecha de noviembre de 2015, se estima un volumen de disposición a dicha fecha de 1.946.122 m³ en un área de 53,2 ha y un volumen faltante de disposición cercano a 2.475.775m³, es decir un volumen potencial de disposición de 4.421.898m³. Sin embargo, según acercamientos y conversaciones realizadas a mediados del presente año con personal del acueducto de Bogotá que maneja el sitio, informaron que el predio está por clausurarse y están en búsqueda de otro lugar para continuar con la disposición de los biosólidos.
- En esta alternativa se presenta cerca de 6,7 veces más material a excavar y disponer que en las alternativas 2, 3, 4 y 5 y 3.2 veces más material que la alternativa 0. La diferencia en las cantidades de materiales a excavar entre las alternativas representará asimismo tiempos significativamente mayores de ejecución, principalmente entre la alternativa 1 y las demás (ver Anexo 8). Además, el volumen a excavar y a disponer requerirá la disponibilidad de recursos (maquinaria y equipos) y de escombreras según la planeación y rendimientos que se estime, que en principio serán más significativos en la alternativa 1.
- Adicionalmente, para minimizar el potencial arqueológico actualmente reportado por el ICANH asociado al uso agrícola en tiempos prehispánicos y por hallazgo en el sitio “El Corzo”, se recomienda solicitar un concepto al mismo acerca de la necesidad o no de prospectar dicha área y el momento oportuno para ejecutarlo, debido al nivel de intervención antrópica al que ha estado sujeto el predio.



- Presenta el menor costo preliminar estimado (\$1.250 billones de pesos) principalmente debido a la menor longitud de vía férrea a construir (2,37km), sin embargo es el rubro que mayor pesa en el costeo.
- Como acceso se puede usar inicialmente una vía existente ubicada de forma paralela al canal Cundinamarca (y a la proyección de la ALO) y contigua a la alternativa, que actualmente se encuentra en afirmado y es utilizada para las obras de adecuación del río Bogotá, la cual requerirá la adecuación mediante pavimentación. A futuro, esta alternativa quedaría aledaña a la ALO una vez se construya esta última (Anexo 8 y Anexo cartográfico).

➤ **Alternativa 2**

- Ambientalmente, presenta una viabilidad moderada a alta. Se resalta existencia de infraestructura social, propiedad de la tierra de tamaño menor, algunas vías veredales, y posibles impactos relacionados con el ruido en zonas urbanas aledañas.
- El principal riesgo de la alternativa, está relacionado con el nivel de gestión de actores, ya que esta requiere la negociación con la constructora Bolívar, quien es el dueño del planeamiento urbanístico “Plataforma Logística San Francisco”, proyecto que se encuentra en avanzado estado de gestión.
- Se requiere modificación al Decreto 0294 de 2015 por medio del cual se adopta la UPR San Francisco, previa concertación con actores.
- Esta alternativa, y en general las alternativas ubicadas en Mosquera es decir la 2, 3, 4 y 5, se encuentran en terrenos planos sin variaciones significativas en las cotas del terreno.
- Desde el aspecto presupuestal, es la menos conveniente debido a que presenta el mayor valor (\$1,681 billones de pesos) principalmente debido a la mayor longitud de vía férrea a construir (5,0km) y considerando que los costos para la construcción de la infraestructura del patio taller (0,367 billones de pesos) se estimaron iguales para todas las alternativas. En esta alternativa la longitud de la vía férrea a construir representa el 53% de los costos directos y la infraestructura del patio taller el 28%.
- El acceso inicialmente sería desde la vía Bogotá (Calle 13) – Mosquera y a partir de ésta ingresar por cerca de 2,4 km de vías suburbanas y rurales existentes que deben adecuarse mediante ampliaciones y pavimentación (Anexo 8 y Anexo cartográfico).

➤ **Alternativa 3**

- Es la alternativa con el más alto nivel de conveniencia para el desarrollo del proyecto de acuerdo con el análisis multicriterio, según el escenario B. Con respecto al escenario A, ocupa el segundo lugar de conveniencia.
- Desde el aspecto ambiental, presenta alta favorabilidad dada su ocupación mayoritaria por zonas de alta viabilidad natural y social. Restricciones menores asociadas a tamaños de predios (minifundios), infraestructura de riego (canales) y colindante de líneas eléctricas de alta tensión.
- De manera preliminar, la alternativa se ubica en zonas de inundación moderada, se recomienda en este sentido estudios iniciales hidrológicos e hidráulicos que precisen para la fase de construcción, las formas de drenaje ante posibles eventos cíclicos de inundación por saturación o encharcamiento del suelo.
- Se requiere una gestión especial por estar fuera del distrito capital y en un suelo rural, lo que implica cambio de uso del suelo.
- Evaluando el tema de costos, esta alternativa es la segunda más conveniente con un valor preliminar estimado de \$1,299 billones de pesos, principalmente debido a que presenta una longitud de vía férrea a construir cercana a 2,84 km. Otros costos adicionales frente a la alternativa 1, incluyen la construcción de un puente sobre el río Bogotá y una mayor longitud de vías a adecuar y a construir para el acceso vehicular.
- Como acceso se puede usar inicialmente la vía existente ubicada de forma paralela al canal Cundinamarca (y a la proyección de la ALO), que actualmente se encuentra en afirmado, la cual requerirá la adecuación mediante pavimentación. A partir de esta vía se requiere construir un acceso de aproximadamente 820m incluyendo la construcción de un puente sobre el río Bogotá (ver anexo 8 y anexo cartográfico).
- A futuro, esta alternativa sería la más cercana a la prolongación de la avenida Las Américas (Av. Manuel Cepeda), una vez se construya esta última (Anexo 8 y Anexo cartográfico).



➤ **Alternativa 4**

- Es la alternativa con el más alto nivel de conveniencia para el desarrollo del proyecto de acuerdo con el análisis multicriterio en el escenario A.
- Representa en el criterio ambiental, la alternativa más favorable. Se recomienda atender restricciones menores por afectación de infraestructura social y productiva al distrito de riego de la Ramada.
- Al igual que la alternativa 3, se considera que esta alternativa requiere una gestión especial por estar fuera del distrito capital y en suelo rural; además por el nivel de riesgo reportado por inundación y encharcamiento, se considera pertinente desarrollar un estudio hidráulico que precise para la fase de construcción, las formas de drenaje ante posibles eventos cíclicos de inundación por saturación o encharcamiento del suelo.
- Esta alternativa es la tercera más económica con un valor estimado de \$1,512 billones de pesos y una diferencia porcentual de 15,1% frente a la alternativa 3 (segunda más económica). Presenta un costo preliminar similar al de la alternativa 5 con una diferencia porcentual entre las dos de 2,9%. Los costos de la alternativa 4 están representados principalmente en la longitud de vía férrea a construir (4,06 km) y al igual que la alternativa 3, incluyen la construcción de un puente sobre el río Bogotá y una mayor longitud de vías a adecuar y a construir para el acceso vehicular en comparación con la alternativa 1.
- El ingreso inicialmente sería desde la vía existente ubicada de forma paralela al canal Cundinamarca (y a la proyección de la ALO), que actualmente se encuentra en afirmado, la cual requerirá la adecuación mediante pavimentación. A partir de esta vía se requiere construir un acceso de aproximadamente 870m incluyendo la construcción de un puente sobre el río Bogotá (Anexo 8 y Anexo cartográfico).

➤ **Alternativa 5**

- Se determinó en los aspectos ambientales una alta conveniencia de la alternativa a partir de los resultados obtenidos de mayor presencia de las categorías de viabilidad alta y muy alta. Se recomienda en forma similar que con la alternativa 3 y 4, prever las afectaciones a los canales de riego del Distrito La Ramada y demás infraestructura social aledaña.
- Se requiere una gestión especial por estar fuera del distrito capital y en un suelo rural, lo que implica cambio de uso del suelo.
- Presenta un costo preliminar de \$1,55 billones de pesos. En esta alternativa la longitud de la vía férrea a construir (4,42 km) representa cerca del 51% de los costos directos y la infraestructura del patio taller el 29,7%.
- El acceso inicialmente sería desde la vía Bogotá (Calle 13) – Mosquera y a partir de ésta ingresar por cerca de 3,6 km de vías suburbanas y rurales existentes que deben adecuarse mediante ampliaciones y pavimentación (Anexo 8 y Anexo cartográfico).



11.1 Anexos

- Anexo 1 Certificación Mininterior
- Anexo 2 Relación de gestión documental PLMB
- Anexo 3 Gestión documental
- Anexo 4 Información secundaria consultada
- Anexo 5 Matriz de actores PLMB
- Anexo 6 Matriz de decisión
- Anexo 7 Análisis de costos
- Anexo 8 Componente técnico
- Anexo 10 Aspectos técnicos
- Anexo 11 Matriz de pesos entidades involucradas
- Anexo 12 Figura de detalle variables de estado
- Anexo cartográfico

N°	NOMBRE ARCHIVO	NOMBRE DEL MAPA	ESCALA
1	PLMB_001_EAPT_AE_ALT	Localización general del Área de Estudio y Alternativas	1:15.000
2	PLMB_002_EAPT_AE_CSP	Clasificación del suelo y áreas de protección	1:15.000
3	PLMB_003_EAPT_CP_VIA	Infraestructura vial	1:15.000
4	PLMB_004_EAPT_CP_CNX	Conexión de Patio Taller con estación Américas	1:15.000
5	PLMB_005_EAPT_CP_RED	Redes de acueducto, alcantarillado y canales de agua	1:15.000
6	PLMB_006_EAPT_MA_PEN	Topografía y pendientes del terreno	1:18.000
7	PLMB_007_EAPT_ZA_VSA	Zonificación de viabilidad socioambiental	1:15.000
8	PLMB_008_EAPT_MS_ACS	Aspectos catastrales y sociales	1:15.000
9	PLMB_009_EAPT_MS_ZHF	Zonas homogéneas físicas	1:15.000

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

12 RESTRICCIONES Y LIMITACIONES

- Los análisis realizados sobre las diferentes alternativas corresponden a un nivel de pre factibilidad que debe continuar profundizándose para aquella opción que se seleccione como la más apropiada.
- Para efectos del presente análisis, y con el fin de poder cuantificar de mejor manera una parte importante de los indicadores y criterios, las diferentes alternativas se han considerado como polígonos definidos. Sin embargo, en términos prácticos, y pensando en los trabajos de ingeniería de las siguientes etapas del proyecto, es importante mencionar que los resultados de cada una de las alternativas no se limita estrictamente a los polígonos presentados, sino que podría abarcar un área mayor. En las etapas de factibilidad del proyecto se definirá el área exacta del Patio Taller, que claramente puede diferir del polígono mostrado en cada una de las alternativas.

13 BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía Mayor de Bogotá, 2004. *Decreto 190*, s.l.: s.n.
- ANLA, 2015. *Resol. 1004*, s.l.: s.n.
- CAR, 2009. *Río Bogotá Adecuación hidráulica y recuperación ambiental. Anexo 6. Paisajístico.*, s.l.: FIAB.
- Carro Paz & González Gómez, 2014. *Localización de instalaciones*, s.l.: Universidad Nacional de Mar de Plata.
- CONESA, V., 2010. *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. 4ta Edición ed. Madrid - Barcelona - México: Ediciones Mundi-Prensa.
- Consorcio L1, 2014. Diseño para la primera línea del Metro en el Marco del Sistema Integrado de Transporte Público SITP para la Ciudad de Bogotá.
- Consultoría Colombiana S.A., 2017. *Estudios De Exploración Preliminar de Suelos en La Alternativa El Corzo - Resultados geotécnicos y ambientales-*, Bogotá: "Estudio de alternativas, a nivel de perfil preliminar para la optimización de la localización de los patios y talleres de la Primera Línea de Metro de Bogotá-PLMB".
- CORPOICA, 2012. *Plan de Manejo Ambiental del Distrito de Conservación de suelos Tibaitatá*, Mosquera, Cundinamarca: Versión 2.
- Financiera de Desarrollo Nacional, 2016. Estudio de Alternativas, a nivel de perfil preliminar, para la optimización de la localización de los patios y talleres de la primera línea de metro de Bogotá -PLMB. *Anexo 1 FND - Alcance Técnico*.
- Financiera de Desarrollo Nacional, 2016. Estudio de Alternativas, a nivel de perfil preliminar, para la optimización de la localización de los patios y talleres de la primera línea del metro de Bogotá PLMB. *Terminos de referencia*.
- Gobernación Cundinamarca, 2010. *Portal de Mapas de Cundinamarca*. Bogotá: Secretaria de Planeación.
- IGAC, 2014. *Geodatabase de cartografía básica a escala 1:25.000. Planchas 227 IV A, 227 IV C, 227 IV B, 227 IV D.* Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Instituto de estudios urbanos, 2009. [En línea] Available at: <http://www.institutodeestudiosurbanos.info/descargasdocs/eventos/seminarios-de-investigacion-urbano-regional-aciur/memorias-viii-seminario-aciur-2009/mesas-tematicas/derecho-urbano/310-las-cesiones-urbanisticas-obligatorias-en-la-jurisprudencia-colombiana> [Último acceso: 09 09 2016].
- OECD, 2003. *OECD Environmental Indicators*. París: s.n.
- UAECD - IDECA, 2014. *Ortofotomosaico digital de Bogotá*. Bogotá: Unidad Administrativo Especial de Catastro Distrital - Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital.
- UAECD, 2012. *Geodatabase de cartografía básica a escala 1:2000*. Bogotá: Unidad Administrativo Especial de Catastro Distrital.