



---

**Estudios de impacto ambiental  
Tren Metropolitano  
del Valle de Aburrá**

# **Estudios de impacto ambiental Tren Metropolitano del Valle de Aburrá**

## **(Primera Parte)**

**AUTOR:**  
**Tren Metropolitano - Empresa de Transporte Masivo  
del Valle de Aburrá Ltda.**

### **Introducción**

El concepto de Estudios de Impacto Ambiental se aplica al análisis detallado de unos efectos previamente identificados y declarados, con el fin de valorar las consecuencias positivas o negativas generadas por un proyecto sobre la salud, el bienestar humano y el entorno.

Generalmente este tipo de estudios generan un gran volumen de información útil e importante para los expertos en la materia, permitiendo además la optimización ambiental de los proyectos.

Sin embargo, es necesario que el público en general y aquellas personas que sólo requieren de los datos más sobresalientes, tengan a su disposición una síntesis que dé un concepto global de los efectos causados, con las respectivas conclusiones.

Conscientes de lo anterior, la ETMVA ha resumido los Estudios de Impacto Ambiental entregados al Inderena en este documento que contiene las generalidades del proyecto, el enfoque del mismo desde una dimensión ambiental y los principales conceptos y conclusiones de cada estudio en particular.

De esta manera quedan consignadas las ideas más importantes de los diecisiete tomos que conforman los Estudios de Impacto Ambiental del Tren Metropolitano del Valle de Aburrá.

### **1. Enfoque del proyecto desde una dimensión ambiental**

Muchos de los problemas del transporte resultan como consecuencia de la estructura física urbana, del tamaño de la comunidad, la forma como ésta se ha desarrollado históricamente y los tipos de sistemas que se han adoptado para el manejo de la circulación del transporte urbano.

El transporte masivo, a comienzos del siglo, se vio beneficiado con la implantación de tranvías eléctricos que circularon por las más importantes ciudades de Europa y América Latina, siendo este tipo de transporte una solución correcta para la movilización de la

comunidad, utilizando una forma energética renovable y sana para el ambiente y en general una tecnología apropiada para los países en desarrollo en la medida que facilitaba una eficiente ubicación de los recursos limitados disponibles.

Sin embargo, el panorama del transporte masivo se modificó sustancialmente con la aparición de una nueva tecnología de transporte basada en los motores de combustión interna que desplazó los tranvías eléctricos. Los automóviles y buses a gasolina pasaron a ser producidos en cadena en los países industrializados, quienes impulsaron su exportación hacia los países en desarrollo; paralelamente, el petróleo pasó a ser explotado en forma intensa y vendido en todo el mundo a precios bajos. Los factores anteriores incidieron en la selección de un modelo de transporte que congestionó y degradó por completo la calidad de vida de las ciudades.

El transporte de buses a gasolina se convirtió en un negocio rentable con mayores beneficios para los propietarios que los generados para los usuarios. Por otra parte, la postura favorable de los planificadores hacia el transporte individual estimuló la apropiación de los recursos de inversión municipal para la ampliación del sistema vial. Esta política trajo consigo muchos problemas y fue factor determinante para que las ciudades se vieran invadidas por la congestión del tráfico y por parqueaderos ubicuos que amenazaron directamente los accesos peatonales y degradaron la atracción de los centros.

El deterioro del medio ambiente se agravó debido a los contaminantes y a la emisión del ruido, así mismo, la congestión vehicular y la falta de facilidades peatonales volvieron peligroso y desagradable el acceso a las zonas céntricas.

El tipo de transporte urbano escogido constituyó un perjuicio grave para la calidad de vida de los ciudadanos haciendo desaparecer de los centros numerosas actividades y la variedad en el uso del suelo. De igual forma, introdujo problemas correlacionados como el consumo de recursos no renovables y costos cada vez mayores de construcción, mantenimiento y operación del sistema vial.

El Area Metropolitana conformada por Medellín y nueve municipios del Valle de Aburrá, es un fiel reflejo del proceso de deterioro del transporte urbano ocurrido en las ciudades de países en desarrollo que se apropiaron de sistemas individuales de transporte, desplazando el sistema colectivo municipal de los tranvías.

En el año 1921 comenzó a operar la primera línea del tranvía, integrando los Municipios del Norte, Oriente y Sur con el centro histórico de Medellín; en 1983 se franqueó la barrera del río y el tranvía integró el sector de la América con la ciudad. La red servida por el tranvía fue de 46 kilómetros. Su implantación se hizo entre 1921 y 1929 pero en el año de 1951, ante la fuerte competencia del bus a gasolina se recogieron sus últimos rieles.

Actualmente, el Area Metropolitana presenta graves problemas de transporte, debido a la saturación, demora, incomodidad y peligro que enfrentan diariamente los usuarios del transporte público afectando considerablemente el medio ambiente.

El sistema de transporte ha transformado la ciudad en un lugar que favorece el parque automotor, en detrimento de una estructura urbana orientada hacia el transporte compacto donde tenga más importancia el desplazamiento de personas que el desplazamiento de vehículos.

Las características del transporte de pasajeros en el Valle de Aburrá muestran unas estadísticas que sustentan los planteamientos anteriores. Del 80% al 85% del parque automotor lo compone el vehículo de transporte individual; los taxis y colectivos suman aproximadamente un 15% y el 5% restante está constituido por buses y busetas.

El problema de transporte se hace más grave si se tiene en cuenta que el 65% de la demanda de viajes se realiza en vehículos de transporte público o sea, en un 5% del parque automotor con un tiempo de recorrido entre 60-95 minutos y con una velocidad de operación promedio de 8 km/h en el centro y a velocidades peligrosas en la periferia.

El usuario de transporte público está sometido a condiciones mínimas de comodidad y seguridad debido a largos períodos de tiempo que dura el viaje, como también por los problemas de sobrecupo que se presentan en las horas pico. El tiempo valioso que se pierde se podría utilizar en la producción, en la prestación de servicios, en la educación, en el estudio, en deportes, en recreación, en descanso; con implicaciones significativas y favorables en el aspecto económico como también en el comportamiento social de la ciudadanía.

Otro aspecto crítico generado por la carencia de ductos de enlace eficientes que promuevan el desarrollo de la ciudad hacia polos relativamente cercanos, poco densos y aptos para urbanizar, se relaciona con el desequilibrio entre área y población, dando como resultado una densidad cuantitativamente alta que satura áreas céntricas, reduciendo espacios importantes para la diversificación de actividades y de usos de suelo, relegando la creación de espacios públicos, áreas peatonales, parques, zonas verdes y áreas recreativas.

Por lo tanto, el control planificado del crecimiento urbano debe estar directamente relacionado con el desarrollo de facilidades de transporte que equilibren el ecosistema urbano y beneficien la calidad de vida de la ciudadanía.

La suma de factores como son: el desequilibrio poblacional, la congestión vehicular, el detrimento en la variedad de usos de suelo, la saturación de áreas céntricas, los altos niveles de ruido, la contaminación atmosférica, el deterioro de la calidad de vida, el consumo de recursos no renovables, los altos costos en la construcción y mantenimiento de sistemas viales y la carencia de un transporte eficiente, hace necesario buscar una solución de fondo con visión futurista, que racionalice el transporte y el desarrollo urbano metropolitano mediante un sistema de transporte rápido masivo de características ambientales.

Entre los diferentes enfoques de transporte urbano se tiene un abanico amplio de conceptos que van desde el denominado "automonopolista" donde el sistema modal de solución a los problemas de transporte lo constituye el automóvil individual con una perspectiva política en la que el Gobierno respalda el desarrollo de la industria automovilística teniendo como objetivo en el campo del transporte la libre empresa.

A medida que el abanico se acerca a un sistema de características ambientales, se encuentra el concepto denominado "Integral" donde el sistema básico de solución a los problemas de transporte lo constituye el transporte masivo con una perspectiva política en la que el Gobierno determina la organización del transporte, teniendo como objetivo la escogencia óptima de un sistema multimodal que optimice integralmente el desarrollo urbano.

En este orden de ideas, el Tren Metropolitano del Valle de Aburrá constituye una clara respuesta a los problemas de transporte de la ciudad y su área metropolitana, estimulando un desarrollo urbano equilibrado e incorporando la dimensión ambiental en la planificación y ordenación de la metrópoli con un sistema de transporte férreo masivo.

El Estado, de esta manera, quiere proveer un sistema de tipo masivo que realce el ambiente urbano y planifique de manera controlada la interacción entre el transporte, los usos de suelos y el desarrollo económico.

Es así como Medellín y su Area Metropolitana han dado un paso importante al definir con un sistema moderno de larga vida útil, la planificación futura del transporte de la ciudad. Se le ha dado principal importancia a la movilidad masiva de usuarios, racionalizando el transporte individual y otorgándole gran importancia a los aspectos ambientales.

Medellín es una ciudad con un centro histórico concentrado donde se desarrollan gran parte de las actividades económicas creando un influjo continuo desde la periferia, que equivale aproximadamente al 65% del viaje total persona/día. Este tipo de centros concentrados favorecen totalmente la implantación de un sistema rápido de transporte masivo, en la medida que restaura la calidad del medio ambiente, cambiando el modo de transporte sin aumentar la capacidad viaria y sin sacrificar el nivel de acceso de los usuarios del transporte público.

La geografía del Area Metropolitana está constituida por una estructura lineal entre un estrecho valle, cuyo eje es el Río Medellín. Este tipo de ciudad al contrario de las ciudades radiocéntricas, facilita que por medio de un sistema lineal de transporte de limitado kilometraje de extensión, se concentre un servicio masivo con amplia cobertura de los diferentes destinos que tienen como objetivo el trabajo, los estudios, las actividades sociales, recreacionales, médicas y comerciales.

El Tren Metropolitano permitirá que más del 40% del área urbanizada o urbanizable quede situada dentro de un radio inferior a un kilómetro de cualquier estación del sistema, concentrando el crecimiento urbano de Ancón a Ancón, facilitando el transporte masivo, acercándole a la ciudadanía las actividades económicas y sociales, por medio de un ducto de enlace eficiente y protegiendo de la expansión urbana, tierras valiosas para la agricultura.

Adicionalmente, este tipo de centralización conservará recursos públicos limitados, haciendo más eficiente el uso de la infraestructura de servicios públicos y privados.

Haciendo una proyección somera del Medellín futuro sin Metro, se puede visualizar una ciudad deteriorada por completo, con una degradación total de la calidad de vida, con niveles de ruido y contaminación atmosférica impermisibles, con una estructura vial saturada por completo y una virtual paralización de las actividades urbanas.

El Tren Metropolitano del Valle de Aburrá, es un proyecto orientado a darle prioridad al transporte público colectivo, mediante un sistema eléctrico, eficiente, confiable y rápido que favorecerá el medio ambiente, defendiendo la salud y revitalizando la calidad de vida de todos los habitantes del Area Metropolitana.

De esta manera el Area Metropolitana del Valle de Aburrá con el Metro, estará preparada para enfrentar los desafíos del año 2000 con unos claros objetivos en los aspectos de

crecimiento urbano y poblacional, con una planificación dirigida a proteger y realzar el medio ambiente, asegurando el equilibrio entre el bienestar y el desarrollo colectivo futuro.

## **2. Estudios de impacto ambiental**

### **2.1. Objetivos generales para la elaboración de los estudios de impacto ambiental.**

Desde que se comenzó a estudiar la posibilidad de implementar un sistema de transporte masivo para la ciudad de Medellín, se definió como uno de los parámetros más importantes de selección, que éste generara mínimos impactos sobre el medio ambiente.

Así mismo, durante las etapas de prediseño se realizaron varios estudios en busca de mejorar aquellos aspectos relacionados con el medio ambiente y que de por sí conformaban estudios de impacto.

Es importante anotar, cómo nunca antes se habían solicitado estudios de impacto ambiental para obras civiles de utilidad pública a nivel urbano; sin embargo, de acuerdo a lo estipulado en el Decreto 2811 de 1974, la ETMVA tras un proceso de análisis y de selección, determinó realizar por sus propios medios con la asistencia de un asesor en este tipo de estudios complementado por firmas especializadas en disciplinas ajenas a la ETMVA, la Declaración de Efecto Ambiental entregada en septiembre de 1986 y los Estudios de Impacto Ambiental presentados en diciembre del mismo año, constituyéndose así en los primeros estudios de su tipo que se realizan a nivel urbano en Colombia y para los cuales se han desarrollado técnicas novedosas que servirán de modelo para el desarrollo futuro de otros estudios ambientales de carácter estatal o privado.

Teniendo en cuenta los antecedentes mencionados, la empresa definió de acuerdo a la etapa actual de desarrollo en que se encuentra el proyecto, los siguientes objetivos que debían cumplir los estudios ambientales:

- Reducir a un mínimo las perturbaciones ambientales, mediante acciones correctivas.
- Impulsar los efectos ambientales positivos.
- Satisfacer los requisitos fijados por las agencias del Estado.
- Elaborar los estudios no como un ejercicio académico, sino como un documento práctico y útil que optimice ambientalmente el proyecto.
- Definir un modelo de monitoreo y seguimiento práctico que facilite la retroalimentación del proyecto en los aspectos ambientales.

Para obtener los objetivos se definió una estrategia o plan que finalmente estaba dirigido a la elaboración de la Declaración de Efecto Ambiental y presentación de los Estudios de Impacto Ambiental.

La Declaración de Efecto Ambiental (D.E.A.) contiene una descripción de los determinantes de impacto del proyecto Tren Metropolitano, Líneas "A" y "B". Así mismo, se declaran las acciones de mayor importancia que podrán generar impactos y los efectos respectivos que serán objeto de análisis detallado en los Estudios de Impacto E.I.A.

Los Estudios de Impacto Ambiental (E.I.A.) contienen un análisis detallado de los efectos identificados en la D.E.A. y de acuerdo a cada tema se interpretan ya sean las consecuencias positivas o se definen las medidas de mitigación requeridas para minimizar los impactos ambientales que se generan.

De acuerdo con el marco teórico definido para la elaboración de los estudios, el proyecto se desarrolla en un ambiente modificado, y por lo tanto se le ha dado mayor profundidad a aquellos estudios relacionados con el ambiente urbano, con los aspectos socio-culturales y con los factores espaciales.

Así mismo, se analizaron otros efectos que complementan el estudio y dan una visión global de la magnitud del proyecto y los beneficios que generará sobre el Area Metropolitana.

Para la elaboración de los documentos mencionados se conformó un Grupo Interdisciplinario Básico (G.I.D.) que fue responsable de definir a través de análisis por matrices, listas de chequeo y análisis en cadena; los principales factores que interactuarían en el proyecto generando efectos positivos o mitigables.

Una vez definidos los efectos que serían objeto de análisis detallado se conformó un Grupo Interdisciplinario Complementario, compuesto por sesenta profesionales entre sociólogos, economistas, ambientalistas, ingenieros, planificadores y en general un grupo que con su aporte supo desarrollar la investigación con una percepción global del problema medio-ambiental sin caer en el reduccionismo disciplinario.

En el cuadro No. 1 se presenta un resumen esquemático de la estrategia definida para la elaboración de los estudios objeto de este resumen.

## **2.2 Impactos Ambientales Generados por el Proyecto.**

De acuerdo con la metodología utilizada se definieron 25 efectos como los de mayor significancia y ponderación ubicándolos en su área respectiva de impacto y en la fase temporal del proyecto de acuerdo con el tipo de efecto.

### **Cuadro No. 1 Estrategia para la elaboración de la declaración de efecto ambiental y estudio de impacto ambiental**

- Identificación de necesidades del estudio
- Conformación del G.I.D básico
- Ordenación y recopilación de información
- Definición de proceso de análisis (marco conceptual)
- Delimitación del estudio
- Identificación de preocupaciones comunitarias
- Estructuración de métodos
- Proceso de análisis
- Acciones determinantes de impacto
- Identificación de efectos ambientales
- Definición detallada del alcance de cada efecto
- Conformación del G.I.D. complementario
- Elaboración del contenido de la D.E.A.
- Presentación de la D.E.A.
- Análisis detallado de los impactos
- Presentación del E.I.A.

Los tipos de efectos se dividieron en positivos, mitigables o inciertos.

Los efectos positivos son aquellos que generan beneficios sobre el entorno y la población objeto.

Los efectos mitigables son aquellos factibles de prevenir o corregir para minimizar el impacto.

Los efectos inciertos son aquellos para los cuales por falta de información o falta de experiencia similares en nuestro medio no es posible anticipar su ocurrencia y grado de impacto sobre los factores ambientales.

### 2.3. Efectos de Impacto Ambiental durante el Diseño y la Construcción.

Area de Impacto	Efectos Identificados	Efecto Tipo
Ambiente Urbano por ruido	Efecto de contaminación	Mitigable
	Efecto sobre áreas de disposición	Mitigable
Areas Recreativas	Efecto sobre zonas recreativas	Mitigable
Aspectos Económicos	Efecto sobre material de construcción	Mitigable
Condiciones Sociales	Efecto de desplazamiento	Mitigable
Servicios Públicos	Efecto de barrera sobre transporte	Mitigable
	Efecto sobre red de servicios	Mitigable
Valores estéticos y culturales	Impacto visual	Mitigable
	Efecto de lotes residuales	Mitigable
	Efecto sobre monumentos	Mitigable
	Efecto sobre paisaje	Mitigable
Ambiente Urbano	Efecto de canalización	Positivo
Aspectos Económicos	Efecto de Generación de empleo	Positivo

### 2.4. Efectos de impacto ambiental durante operación.

Area de Impacto	Efectos Identificados	Efecto tipo
Aspectos Económicos	Efecto de devaluación monetaria	Incierto
Ambiente Urbano	Efecto del ruido	Mitigable
	Efecto de control de contaminación atmosférica.	Positivo

Aspectos Económicos	Efectos de generación de empleo	Positivo
Condiciones Sociales	Efecto sobre densidad poblacional	Positivo
	Efecto sobre comportamiento social	Positivo
Servicios Públicos	Efecto sobre facilidades peatonales	Positivo
	Efecto sobre seguridad y control	Positivo
	Efecto sobre salud y riesgo	Positivo
	Efecto de accesibilidad	Positivo
	Efecto de reordenamiento de transporte	Positivo
Uso de suelos	Efecto sobre uso de suelos	Positivo

### **3. Síntesis de los efectos de impacto ambiental durante la fase de diseño y construcción**

#### **3.1 Efecto de contaminación por ruido y material particulado.**

##### **3.1.1 Enfoque general.**

En este capítulo se analizan las medidas necesarias para reducir a un mínimo los efectos generados por la emisión de ruido y material particulado durante la fase de construcción del proyecto.

Se describe el tipo de sistema constructivo a utilizarse en las obras, como también la programación e itinerarios de trabajo que permitirán la prevención o corrección de los impactos que se puedan generar.

Se esboza el método que se implementará para recibir las quejas de la ciudadanía. Así mismo, el capítulo incluye las estrategias diseñadas para minimizar la contaminación por ruido y los planes definidos para controlar en forma adecuada la contaminación por material particulado.

Se anexan además los decretos y normas del Ministerio de Salud por los cuales se regirán los controles establecidos por la empresa en los aspectos aquí tratados.

##### **3.1.2. Conclusiones**

Las estrategias presentadas en este capítulo, ofrecen una visión nueva de las medidas que se pueden tomar con el fin de minimizar el impacto por ruido y material particulado generado por la construcción de las obras. La implantación de las mismas servirán de modelo para la mitigación de ruido durante la construcción de otras obras a nivel municipal y nacional.

### **3.2 Efecto sobre las áreas de disposición de escombros.**

#### **3.2.1. Enfoque general**

Este capítulo trata el aspecto relacionado con la disposición de escombros y de los materiales no aprovechables que resulten de las excavaciones durante la fase de construcción del Metro.

Se define el volumen de escombros generados por la obra y se describen las áreas seleccionadas para la disposición del material, su localización y capacidad. Así mismo, se presentan los trámites exigidos por el Municipio para la utilización de los botaderos y la reglamentación adoptada por el Tránsito Municipal para el transporte de material.

Finalmente se incluye un registro gráfico de los sitios seleccionados y una información general entregada por cada botadero en particular.

#### **3.2.2. Conclusiones**

La geomorfología del Valle de Aburrá permite una fácil disposición de escombros sin que se generen impactos negativos; por el contrario, los materiales sobrantes de la obra se utilizarán en la recuperación y adecuación de terrenos que serán destinados para parques, vías, áreas de vivienda y planes futuros de desarrollo del Area Metropolitana.

El transporte y la disposición de escombros generados por la obra seguirán las normas técnicas dispuestas por el Municipio, quien a su vez es el encargado de vigilar que éstas se cumplan.

El Tren Metropolitano no ha encontrado problemas en la disposición de material de escombros y dada la capacidad de los botaderos disponibles el proyecto no generará impactos negativos en este aspecto.

### **3.3 Efecto sobre las zonas recreativas**

#### **3.3.1 Enfoque general**

Para el estudio de este efecto se analiza la situación recreativa en la ciudad y se resalta la importancia dada por el Metro en preservar o remodelar aquellas áreas recreacionales localizadas en las fajas definidas para el trazado de la línea.

Se presenta un inventario de las áreas recreativas afectadas durante la construcción como son el Parque Norte, el Estadio Cincuentenario y el Jardín Botánico; y se describe de forma detallada las actividades realizadas o a realizarse en procura de que no se generen impactos de consideración sobre los sitios mencionados.

#### **3.3.2 Conclusiones.**

El Tren Metropolitano ha podido encontrar soluciones que corrigen en corto tiempo los impactos generados sobre reducidas áreas de las zonas recreativas ubicadas en el trazado de la línea.

La seriedad con que se ha realizado lo anterior permite entender por qué el Metro ha conseguido el apoyo de la ciudadanía en la medida que presenta soluciones claras a los

efectos mitigables ocasionados durante la fase de construcción sobre áreas de utilidad pública.

### **3.4. Efecto sobre el material de construcción**

#### **3.4.1 Enfoque general**

En este capítulo se analiza el efecto generado sobre la oferta y demanda de los materiales de construcción que serán utilizados en las obras civiles del proyecto. Busca además determinar si existirá un efecto de cuidado en lo que respecta a escasez de productos para la construcción de obras en el Area Metropolitana.

Para lo anterior se realiza un inventario de los materiales de construcción a utilizar, definiendo, la calidad del material necesario. Luego, a través de visitas a las diferentes industrias que proveerán los insumos se analiza la disponibilidad de oferta.

Finalmente se compara la demanda de productos exigidos por el proyecto con la oferta disponible de cemento, áridos y aceros, analizando finalmente la clase de efecto generado.

#### **3.4.2 Conclusiones**

La dimensión de las obras civiles del Tren Metropolitano no causará impactos negativos sobre la disponibilidad de material de construcción en el Area Metropolitana.

El desarrollo de los últimos años en el campo de la industria cementera y de aceros del país, permite que exista la disponibilidad de la totalidad de los materiales de construcción sin que se genere un impacto negativo sobre la oferta y demanda de los productos.

Por el contrario, el proyecto "Metro" tendrá efectos positivos sobre el Producto Interno Bruto regional y sectorial como también sobre la generación de empleo, ya que existe la capacidad de oferta suficiente, más alguna capacidad de incremento de producción en la industria del sector de la construcción.

La cantidad de cemento que será demandado por el proyecto es de 130.000 toneladas aproximadamente, según las proyecciones realizadas. La distribución por año de este material es como sigue:

Año 86.:	9675	Ton
Año 87.:	72627	Ton
Año 88.:	43602	Ton
Año 89.:	2967	Ton

De acero serán demandadas cerca de 40.000 toneladas a la industria Nacional. Su utilización anual será la siguiente:

Año 86.:	1123	Ton
Año 87.:	19960	Ton
Año 88.:	16958	Ton
Año 89.:	2875	Ton

### **3.5. Efecto de desplazamiento**

#### **3.5.1 Enfoque general**

Se describe en este capítulo el proceso realizado por el ETMVA para la compra de las tierras y viviendas afectadas por el alineamiento optimizado.

Dentro de las generalidades del estudio se describe el convenio realizado con el Instituto Metropolitano de Valorización, dada su amplia experiencia en este campo adquirida por el gran número de obras de ampliación y apertura de vías a nivel urbano.

El proceso adquisitivo definido por el comité de compras es descrito resaltando la voluntad de la empresa de lograr acuerdos fáciles y equitativos con los propietarios desplazados.

Se analiza la metodología de acercamiento a la ciudadanía que será desplazada por las obras.

Finalmente, se describe la sectorización por áreas de acuerdo al tipo de propietarios que las ocupan y la forma como la ETMVA adquirió las tierras.

#### **3.5.2 Conclusiones**

La aproximación metodológica en el tratamiento de los efectos de desplazamiento ha dado un balance positivo para la ETMVA.

Los dos tipos de sectorización existentes como son las posesiones sin título y las propiedades en regla, han sido trabajadas de dos formas diferentes de acuerdo a la estratificación socio-económica. En el sector de posesiones se negoció el 100% de los terrenos y se pagaron precios correctos que permitieron el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, en el sentido de convertirlos en propietarios de casas o fincas legalmente registradas.

Con respecto a los propietarios, se pueden dividir en dueños de residencias y en dueños de locales comerciales. Con los primeros fueron rápidas las negociaciones dada la depresión en que se encontraba el negocio de la propiedad raíz y los buenos precios ofrecidos por el Metro. Con los segundos las negociaciones se han llevado a cabo con lentitud con el fin de ajustar los precios a aquellos determinados por la lonja para esos sectores.

En general las negociaciones se han realizado satisfactoriamente recurriendo poco a las vías legales de expropiación consignadas en el artículo 11 de la Ley 61 de 1978 y en los Acuerdos Metropolitanos Nos. 12/85 y 2/86 en los que se declara el Tren Metropolitano como un proyecto de utilidad pública.

El efecto de desplazamiento generalmente traumático en este tipo de proyectos ha sido mínimo. La ETMVA y los propietarios han llegado a acuerdos satisfactorios para ambas partes y se ha donado el material recuperable de las demoliciones para obras de las acciones comunales en otros sectores del Area Metropolitana. Así mismo, se rehabilitará una zona muy deprimida en la parte norte de Bolívar dando inclusive un impulso a la propiedad raíz.

### **3.6 Efecto de Barrera sobre el Transporte**

#### **3.6.1. Enfoque General**

Durante la fase de construcción del Tren Metropolitano de Medellín se alterará la circulación vehicular en el centro de la ciudad, esto se ha denominado Efecto de Barrera sobre el transporte.

El proceso de desarrollo del proyecto exige pasar por varias etapas con tiempos de duración determinados que exigirán un tratamiento especial para mantener la actividad urbana de las zonas vecinas al proyecto y mantener la circulación vial. En general, será un período de adaptación de la ciudad al nuevo sistema de transporte.

Las etapas de construcción y de operación de las líneas del Metro, especialmente en el área central de la ciudad, traerán algunos cambios en el funcionamiento de la malla vial actual y necesariamente exigirán un replanteamiento en la organización del tráfico.

Esos cambios que necesariamente se tienen que presentar por la implementación y operación del proyecto, siguen un proceso de continuo estudio y se han previsto de manera gradual, tratando de reducir al máximo las incomodidades de toda índole tanto para los usuarios del transporte como para los vecinos de las construcciones.

El objeto del estudio es conocer las implicaciones que las líneas del Metro tienen en el área central, respecto a la circulación vehicular durante la construcción teniendo en cuenta la etapa de transición durante la construcción de la infraestructura.

Con el primer capítulo se presenta el análisis de la situación actual del sistema de transporte, las condiciones de infraestructura vial que ofrece el centro de la ciudad de una manera cualitativa y cuantitativa con el fin de establecer algunos parámetros del tráfico vehicular y transporte público, que permitan hacer lo más manejable posible la situación durante la etapa de transición y plantear las soluciones de reorganización vial más ventajosa para la ciudad en el futuro.

En el segundo capítulo se explica el método que se empleará en la construcción del viaducto, las posibilidades que se ofrecen para mantener la circulación y la redistribución del tráfico sobre otras vías, considerando esta etapa como transitoria.

El tercer capítulo hace referencia a las barreras temporales que serán utilizadas para señalización durante la ejecución de las obras con el fin de advertir sobre un peligro o para desviar el tráfico.

#### **3.6.2 Conclusiones**

Durante la fase de construcción de las líneas del Metro, la circulación estará sometida a cambios en los sentidos y cierres de algunas vías, como se expresó anteriormente. Es evidente y admisible que la construcción de una obra de este tipo traiga consigo algunas alternativas y posibles congestiones temporales. Esta situación de antemano conocida, exige una mayor atención y se hace indispensable mantener un control permanente, el que ya se ha previsto, para cada una de las etapas de construcción, con el fin de reducir al mínimo los impactos negativos.

**Este plan de circulación se hará en coordinación con la Secretaría de Tránsito y Transportes, Planeación Metropolitana, la ETMVA y el Consorcio encargado de la construcción.**

**El plan de regulación y control del tránsito comprende:**

- Esquema de circulación general
- Cambios de las rutas de buses
- Regulación del tráfico vehicular privado
- Información detallada y permanente que comprende medios de comunicación, vallas preventivas y reglamentarias, fechas y horarios especiales.
- Señalización especial de los desvíos.
- Plan de circulación peatonal
- Cruces peatonales en áreas aledañas a las construcciones
- Central de vehículos o camiones que trabajan en la obra, entrada con suministros y salida de escombros, etc.

### **3.7. Efecto sobre la red de servicios.**

#### **3.7.1 Enfoque general**

Como parte integral dentro del proceso de construcción del Tren Metropolitano, se ha considerado lo referente a la relocalización de las redes de servicios, especialmente en el centro de la ciudad donde se construirá el viaducto a lo largo de la carrera 51 (Bolívar).

En este estudio se presenta la estrategia formulada para mitigar los posibles efectos sobre la red de servicios consistentes inicialmente en la conformación de un comité integrado por las tres divisiones de las Empresas Públicas de Medellín (acueducto, alcantarillado, energía y teléfonos), la Interventoría Delegada y la ETMVA.

Entre las actividades adelantadas por el comité se describe detalladamente el control de perforaciones de suelo. Así mismo, se explica el convenio suscrito entre las EEP de Medellín y la ETMVA en el procedimiento de relocalización. Este procedimiento incluye el levantamiento cartográfico de las redes existentes, anteproyecto de trazado y proyecto de relocalización de redes.

#### **3.7.2 Conclusiones**

En la actualidad se están poniendo en práctica las estrategias planteadas en este capítulo, y hasta la fecha el resultado ha sido óptimo, pues no se ha presentado ningún contratiempo de importancia.

Lo anterior demuestra que una minimización de impactos se logra a través de una adecuada planificación. Así mismo es importante resaltar los beneficios que se traerán al modernizar las redes en zonas donde por su edad y estado prestan un precario servicio.

El hecho de cambiar el alcantarillado combinado por alcantarillado separado de aguas lluvias y aguas negras, será una contribución para el Plan Piloto de Saneamiento del Río Medellín, que adelantan las EEP de la ciudad.

La posibilidad que se le deja a las Empresas Públicas de poder aumentar en especificaciones y en cantidades las redes a relocalizar, además de los beneficios ya mencionados convierte el asunto tratado en un efecto positivo para la ciudad de Medellín.

### **3.8. Impacto visual**

#### **3.8.1 Enfoque general**

La determinación de pasar el Tren Metropolitano por el centro de la ciudad en una estructura elevada, planteó un complejo problema espacial.

La implantación de una nueva estructura dentro de una ciudad y especialmente en su centro o corazón es un problema estético que debe estudiarse no sólo desde el punto de vista técnico o de funcionamiento.

La confrontación gráfica del paso del metro por el centro de Medellín no podía reducirse a alguna perspectiva de carácter publicitario, sino todo lo contrario: una constatación gráfica minuciosa de todos aquellos puntos donde se considere necesario ejercer un control visual.

El estudio consiste en presentar el levantamiento del perfil urbano en ambos estados de la Avenida Bolívar, a escala 1:500 igualmente la perspectiva axonométrica del recorrido mostrando el estado actual en el trayecto del viaducto a manera de visión acerca del conjunto.

Incluye el estudio igualmente perspectivas a nivel del peatón en puntos críticos.

A partir de lo anterior, se visualiza el proyecto en el espacio actual mediante superposición del viaducto con todos sus componentes, en el perfil urbano. Así mismo se superpone el proyecto en la perspectiva axonométrica como también en las perspectivas a nivel de peatón.

Finalmente se elabora el análisis y diagnóstico que permitirán una mejor integración del Metro en el ambiente urbano.

#### **3.8.2 Conclusiones**

Entre las conclusiones y recomendaciones más importantes se señalan las siguientes:

Los alrededores de la estación de transferencia deben remodelarse. Deben exigirse retiros a manera de pórticos y retiros obligados de las torres de edificios, lo mismo que en el espacio inmediato de la estación Alpujarra.

Se debe crear un gran parque céntrico lineal entre la calle 41 y la calle 51, gracias a que el transporte masivo será elevado y se liberará para el hombre su espacio natural, el suelo, sin interferencia de vehículos.

La remodelación aledaña a la estación transferencia, será un nuevo punto focal de la ciudad con la creación de cuatro plazuelas.

La máxima operación urbana que el Metro va a favorecer es la remodelación y recuperación del Parque de Berrío. Se recomienda hacer una gran remodelación que abarque una amplia zona para lograr una integración espacial de este Parque con la Plazuela Nutibara.

Una acción dinámica de la Administración Municipal en coordinación con la ETMVA puede dejar huella histórica en el desarrollo urbanístico de Medellín. De esta manera un elemento que en principio se consideró de impacto negativo en el aspecto urbanístico-estético puede convertirse en el motor que servirá de renovación a gran escala del centro tradicional.

### **3.9 Efecto de lotes residuales**

#### **3.9.1 Enfoque general**

Debido al ensanche que la ETMVA debe realizar en la carrera Bolívar desde la estación Prado, hasta la Estación Hospital, quedan unos lotes pequeños (residuales) que no pueden tener una utilización acorde con las características de la gran avenida resultante.

Hasta ahora este problema no ha tenido soluciones concretas en la ciudad y se aprecia en grandes obras como la Avenida Oriental un alto porcentaje de paramentos con cerraduras provisionales, pequeños lotes sin utilización y por lo tanto un impacto muy negativo para la ciudad. También producen un efecto similar las llamadas culatas de los edificios que no dan directamente a la Avenida o al proyecto que ha dejado dichos lotes y que por no dar frente a la nueva vía no pueden abrir ventanas al nuevo espacio público.

La resultante física de todo este problema es una silueta urbana caótica, unos paramentos muertos que retrazan el desarrollo del sector y sobre todo un gran problema estético que no está de acuerdo con la nueva obra.

Este estudio esboza soluciones y da recomendaciones al respecto. Inicialmente elabora un análisis de la zona con el fin de evaluar las diferentes características de los paramentos. A partir de este análisis se presentan las conclusiones y recomendaciones para la rehabilitación de estos espacios residuales controlando así los impactos negativos sobre el centro de la ciudad.

#### **3.9.2 Conclusiones**

Entre las recomendaciones para la utilización de los lotes residuales se incluye una diferenciación entre lotes amplios de fácil negociación, lotes que serán entregados al espacio público y tres grandes franjas de lotes pequeños que deben conformar un paramento agradable e integrado a las características del sector.

Esta franja de lotes pequeños debe ser reglamentada para construirla en dos o tres pisos con pequeños locales comerciales y de servicio que tienen un amplio mercado.

Es necesario vender estas fajas con un proyecto arquitectónico obligatorio que garantice un tamaño adecuado para los locales y una vitalidad óptima para estos paramentos mitigando así los efectos generados.

### **3.10 Efecto sobre monumentos**

#### **3.10.1 Enfoque general**

El Tren Metropolitano efectúa su recorrido por zonas totalmente despejadas desde la

**Estación Itagüí hasta la de Industriales.** Lo mismo ocurre desde Niquía hasta la Estación Universidad. Al introducirse en el centro de la ciudad por áreas construidas tiene la posibilidad de interferir con elementos de valor, ya sea histórico, arquitectónico, o artístico, casos que requieren especial atención en su tratamiento para no perjudicarlos de ninguna manera física.

Al definirse el trazado general por la carrera Bolívar se tuvo como objetivo de diseño el no afectar los edificios con los valores mencionados, o en caso contrario asumir los costos de su conservación o traslado.

El único valor de Monumento artístico que se verá involucrado en las obras físicas del Metro se trata de los murales del Maestro Pedro Nel Gómez, obra que será protegida e integrada a la Estación del Parque de Berrío sirviendo como marco a un nuevo espacio público que unirá al Parque de Berrío con la Plazuela Nutibara.

### 3.10.2 Conclusiones

La conservación de los murales y su devolución al disfrute del público es una forma concreta de convertir un efecto mitigable en un efecto positivo ya que se recuperará del abandono una importante obra de arte que narra visualmente los factores que hicieron grande al Departamento de Antioquia.

## 3.11 Efecto sobre el paisaje

### 3.11.1 Enfoque general

Siendo conscientes de las modificaciones que conlleva introducir un nuevo sistema tecnológico de transporte férreo pesado en el paisaje urbano conformado y basados en la experiencia de otros Metros del mundo, en donde la preservación del paisaje fue un objetivo primordial, la ETMVA decidió que éste fuera un ítem especial de la licitación Internacional, que abrió en 1983 para la construcción y suministro del Tren Metropolitano de Medellín.

En este capítulo se detalla el enfoque que la ETMVA le ha dado al proyecto paisajístico en busca de que el Tren Metropolitano y sus componentes, se transformen en un elemento del ambiente urbano, sin apartarse ni entrar en conflicto con el entorno actual. Para esto se requiere que exista una armoniosa distribución de los distintos elementos mediante planes directores de paisajismo y amoblamiento.

Se describe también el concurso de méritos llamado por la Empresa para elaborar los planes y diseños de paisajismo y amoblamiento urbano que serán ejecutados durante las últimas etapas de la fase de construcción.

### 3.11.2 Conclusiones

El proyecto paisajístico busca respetar la identidad propia de cada área teniendo en cuenta los aspectos ecológicos y urbanísticos como también la conformación física, económica y social con sus tendencias, virtudes y problemas.

Mediante el amoblamiento urbano se crearán nuevos espacios públicos, fomentando la diversificación en actividades recreativas complementarias y ordenando algunos aspectos urbanos y sociales en áreas residuales del proyecto.

Se buscará un equilibrio entre lo práctico-funcional y lo estético-atractivo, maximizando los impactos ambientales positivos y minimizando o controlando los negativos.

### **3.12 Efecto de canalización**

#### **3.12.1 Enfoque general**

Entre las obras civiles complementarias del Tren Metropolitano está la canalización de algunos tramos del Río Medellín con el fin de recuperar áreas que serán destinadas a obras del mismo proyecto, como también para obras de urbanización o de localización de servicios para el Area Metropolitana.

Para conocer los efectos de canalización del río se analizan tres aspectos fundamentales que determinan la ponderación y el alcance de los impactos; estos son los conceptos ambiente urbano, cuenca hidrográfica y desarrollo histórico.

Este enfoque conceptual justifica la canalización del Río en áreas urbanas y sirve de base para sustentar los efectos ambientales positivos generados por las obras.

El capítulo describe el ambiente involucrado y la ubicación de las obras al sur y norte del Valle de Aburrá. Detalla igualmente el tipo de actividades a realizar y las estructuras básicas que conforman la canalización.

El proceso de análisis de efectos ambientales se presenta detalladamente hasta concluir en la identificación de los efectos más importantes y su respectivo análisis y conclusiones.

#### **3.12.2 Conclusiones**

El dimensionamiento del canal y el diseño de las obras sobre el río, en general funcionarán reduciendo los problemas de sedimentación y disminuyendo los bancos de lodo.

Las placas laterales presentan un beneficio directo al controlar la erosión de las laderas en ambas márgenes del río, evitándose las inundaciones sobre terrenos que pueden ser incorporados a la actividad urbana.

Las condiciones actuales del Río están generando inundaciones sobre terrenos, haciéndolos improductivos y con implicación en los altos costos sociales desde muchos puntos de vista como problemas de salubridad y sanitarios, convirtiéndose en limitantes al avance de proyectos necesarios para el desarrollo de la población urbana.

La canalización del Río Medellín que cruza de sur a norte el Area Metropolitana, beneficia el concepto de calidad ambiental recuperando y adecuando espacios urbanos inutilizables, de gran importancia para la localización de viviendas, fábricas y/o ductos de servicios.

### **3.13 Efecto sobre el empleo**

#### **3.13.1 Enfoque general**

El informe pretende evaluar de conjunto el efecto económico, considerando éste como la composición del Producto Interno Bruto regional, y su relación con el proyecto. Es decir cómo afecta el proyecto la formación del PIB y con cuánto contribuye. Dentro de esta concepción, evaluar el PIB sectorial que para el caso del Proyecto Tren Metropolitano se centra principalmente en lo referente a la construcción.

Dentro del efecto económico, se evalúa además cómo afecta el nivel de empleo, tanto en la fase de construcción del proyecto, como en la operación del sistema; objetivo final de la investigación.

Además de evaluar el efecto económico, presenta el informe algunas consideraciones en torno al cambio tecnológico que implica la construcción, montaje y operación del Tren Metropolitano. Estas consideraciones pretenden dejar en claro que el avance tecnológico por sí mismo no afecta los niveles del empleo. Depende más de factores de acumulación y de valor que del desarrollo tecnológico. Este además es la expresión de la concurrencia en el mercado (o en los diferentes mercados) y no constituye un objetivo en sí mismo.

También introduce, a manera de discusión, consideraciones en torno a las determinantes de la medida de empleo, es decir, de la tasa de desempleo considerado diferente de los determinantes del nivel de empleo, en general. Esta tasa de empleo tiene variadas expresiones y neutraliza de por sí la absolutización de los efectos de empleo. Es decir, antes de tomar una decisión de cómo afecta al empleo el proyecto, es necesario evaluar los diferentes determinantes de participación y la evolución de la estructura poblacional que suministra año a año nuevos contingentes de fuerza de trabajo (nuevos aspirantes).

El trabajo, muestra ante todo la generación de empleo directo por el proyecto, especialmente en la fase de construcción, donde adquiere particular importancia ya que la magnitud de la obra tiene una incidencia directa sobre el empleo del Area Metropolitana, pero especialmente en la ciudad de Medellín, donde los niveles de desempleo son alarmantes, trayendo aparejados problemas sociales cuya gravedad todos conocen.

### 3.13.2 Conclusiones

El proyecto Tren Metropolitano afecta el PIB regional así:

Año 1:	Contribución al PIB regional:	1.3%
Año 2:	Contribución al PIB regional:	7.5%
Año 3:	Contribución al PIB regional:	8.6%
Año 4:	Contribución al PIB regional:	4.8%
Año 5:	Contribución al PIB regional:	1.2%

El proyecto afecta el PIB de la construcción en la región de una manera sensible.

Año 1:	Contribuye con el	8.6%	del PIB sectorial
Año 2:	Contribuye con el	50.2%	del PIB sectorial
Año 3:	Contribuye con el	57.3%	del PIB sectorial
Año 4:	Contribuye con el	31.9%	del PIB sectorial
Año 5:	Contribuye con el	8.1%	del PIB sectorial

Este impacto sectorial se constituirá en un efecto dinamizador y de arrastre de las actividades económicas del área.

El proyecto cumple función anticíclica en los aspectos de generación de empleo y con los 9.533 empleos generados durante la construcción del proyecto, éste hará descender la tasa de desempleo (TD) en la siguiente forma:

Año 1:	Empleos directos	631.3
	Disminución de la TD:	0.7 puntos
Año 2:	Empleos directos	3.455.1
	Disminución de la TD:	4 puntos
Año 3:	Empleos directos	3.662.2
	Disminución de la TD:	4.2 puntos
Año 4:	Empleos directos	2000
	Disminución de la TD:	2.3 puntos

Los empleos indirectos generados durante la construcción de la obra serán de 26.080.

Se puede concluir que el impacto del Metro sobre el empleo es positivo obrando como un paliativo del descenso de la tasa de participación, del incremento del desempleo y contribuyendo positivamente a la reactivación de los diferentes sectores económicos.

## **4. Síntesis de los efectos de impacto durante la fase de operación**

### **4.1 Efecto de devaluación monetaria**

#### **4.1.1 Enfoque general**

La devaluación monetaria ha generado efectos indeseables para los macro-proyectos del Estado. Este capítulo presenta algunas consideraciones sobre el tema y relievamos cómo para proyectos de servicios públicos cuya financiación básica es atendida con crédito externo, las acciones de política económica dirigidas a obtener un nivel adecuado de tipo de cambio real, representa un efecto importante cuya predicción y cuantificación resulta compleja.

#### **4.1.2 Conclusiones**

En la composición de la financiación del proyecto Metro existe una significativa participación de monedas distintas del dólar, lo que hace más vulnerable e impredecible la cuantificación de un efecto neto derivado del movimiento de los tipos de cambio.

La aceleración de la devaluación nominal durante el año de 1985, dirigida a obtener un nivel adecuado de tipo de cambio real, significó efectos indeseables sobre aquellos sectores que se endeudaron intensivamente en el exterior en los últimos años y en especial sobre el sector público de servicios. En este sector la devaluación real genera problemas de desequilibrio, con algunas entidades beneficiándose de la medida y otras viéndose seriamente afectadas, básicamente las empresas comerciales del Estado; en estas últimas se presentan presiones al alza de los servicios que presta el Gobierno, a no ser que el sector central cubra el riesgo cambiario con transferencias de algún tipo.

Es justamente este último punto donde se concentra la expectativa futura relativa al efecto incierto que pueda tener la devaluación por el mantenimiento de tasas de cambio reales.

### **4.2. Efecto de ruido**

#### **4.2.1. Enfoque general**

La generación de ruido por los sistemas de metro es un fenómeno inherente y se convierte

necesariamente en uno de los aspectos a considerar en un balance de costo y beneficio al ponderar la conveniencia social de estos sistemas de transporte masivo. Aceptada esta realidad se debe estudiar seriamente este aspecto para evaluar su incidencia ambiental y orientar los esfuerzos de diseños de los trenes, la vía y su estructura de soporte, hacia la reducción del ruido generado con el fin de controlar el problema.

En el estudio realizado se discute inicialmente la influencia sonora de un sistema Metro; cuál es el ruido real producido por éstos y qué incidencia tiene en el nivel de energía acústica ambiental promedio.

Estos dos criterios son básicos para el análisis del efecto del tráfico de trenes. Además de estos criterios se suman los niveles de ruido máximo permisibles y la velocidad alcanzada por los trenes, como factores que inciden en el análisis de los impactos.

El estudio pretende evaluar la situación actual en cuanto a la calidad del ambiente acústico, con base en mediciones en sitios próximos al sistema del Metro y además contrastar estos niveles de ruido existentes con el producido por los trenes mediante simulaciones fundamentales en algoritmos matemáticos.

Se muestra además el efecto de las pantallas en el viaducto y en vía a nivel, sus beneficios y sus limitaciones.

Se describe la metodología para estimar los niveles de ruido y los criterios de evaluación del impacto ambiental basados en los niveles fijados a nivel nacional y aquellos exigidos por otros países.

Para evaluar el nivel de ruido existente en sitios adyacentes al trazado de las líneas se analizan los puntos de prueba seleccionados que abarcan los diferentes usos de suelo del Area Metropolitana.

Se analiza la situación actual de ruido en los 16 puntos escogidos, base para analizar el posible impacto que genere el Metro.

Posteriormente, se analizan las simulaciones acústicas realizadas por medio de computador durante el inicio de operación del Metro para sitios en superficie y en viaducto. Se elaboran además las simulaciones de ruido durante operación a capacidad máxima para el año 2005.

Finalmente, se comparan las mediciones actuales con las simulaciones futuras para definir los impactos generados y las recomendaciones respectivas.

#### 4.2.2. Conclusiones

Los diseños previstos para el viaducto, la vía y los trenes para el Metro de Medellín corresponden a las técnicas más modernas y apropiadas para minimizar el impacto ambiental generado por el ruido.

Los rieles del Metro serán de soldado continuo y fijados a las durmientes mediante abrazaderas de agarre elástico muy apropiado para reducir las perturbaciones del riel y consecuentemente la emisión del ruido.

De los resultados de las mediciones de nivel de presión sonora actual se puede concluir que el ruido ambiente de la ciudad es elevado y supera en muchos sitios los niveles fijados por el Ministerio de Salud.

La mayoría de sitios con niveles altos de ruido, presenta una influencia marcada del tráfico automotor.

En la Avenida Bolívar con el Metro en operación se generará una reducción del ruido ambiente al inicio de la operación y niveles previsiblemente inferiores a los existentes cuando el sistema opere a su máxima capacidad.

Los niveles de ruido debajo del viaducto serán mínimos, beneficiando altamente estos espacios que serán reservados para los peatones.

No se vislumbran situaciones críticas debido al ruido generado por el Metro, y en los pocos sitios que se prevén problemas podrán ser corregidos mediante pantallas anti-ruido de 1.3 m de altura, tratamiento de las superficies de las barreras y reglamentación del tráfico.

### **4.3 Efecto de saneamiento atmosférico**

#### **4.3.1 Enfoque general**

El grado de contaminantes del Area Metropolitana es determinada por la geomorfología del Valle, los factores climáticos, las emisiones industriales y fundamentalmente por las emisiones del sector transporte.

La reordenación del transporte masivo, la implantación del proyecto Metro y sus efectos sobre el transporte en general, mejorarán y restaurarán ostensiblemente la calidad del ambiente mejorando el acceso hacia la zona céntrica y la movilidad en ésta, aliviando paralelamente los efectos ambientales negativos de un tráfico pesado y realizando los espacios necesarios para la circulación de peatones.

El trabajo de análisis elaborado se inicia con algunas consideraciones sobre la contaminación atmosférica del Area Metropolitana y la incidencia del régimen atmosférico y la forma del Valle en la concentración de contaminantes.

Se describe el flujo de energía y desechos del área con lo cual se demuestra cómo el sector transporte consume el 44.8% de la energía total utilizada y genera el 84.8% de los contaminantes atmosféricos.

Analiza el estudio la concentración de contaminantes emitidos por el transporte y su impacto sobre la salud pública y los efectos generados por las lluvias ácidas.

Finalmente, describe el aporte del Metro al saneamiento atmosférico de la ciudad debido principalmente por el reordenamiento del transporte y la emisión evitada de contaminantes.

#### **4.3.2. Conclusiones**

El Area Metropolitana presenta concentraciones de contaminantes por encima de los límites permisibles y aconsejables, este deterioro atmosférico causado en un 85% por el transporte genera poco más del 65% de las enfermedades del área.

El Tren Metropolitano utilizará para su funcionamiento un recurso energético local, no contaminante y renovable, contribuyendo así a la restauración de la calidad atmosférica de la ciudad.

Durante los dos primeros años de operación del Metro se evitará la emisión de 25.425 toneladas de contaminantes atmosféricos anuales.

La implantación del sistema Metro no solamente implicará una disminución global en la emisión de contaminantes; el reordenamiento de las rutas de buses y del tráfico urbano en general generará una disminución de las altas concentraciones de contaminantes favoreciendo el saneamiento ambiental del Area Metropolitana del Valle de Aburrá.

#### **4.4. Efecto de generación de empleo durante la operación**

##### **4.4.1. Enfoque general (Ver numeral 4.13.1.)**

##### **4.4.2. Conclusiones**

Durante la fase de operación del proyecto se ha propuesto un organigrama inicial y una provisión de cargos que en total alcanza los 625 empleos.

El empleo indirecto se generará especialmente por el comercio y la revitalización de sectores debido a la ubicación cercana de las estaciones.

La ETMVA incentivaré y motivará la producción de repuestos para el Metro tales como: partes de vehículos de pasajeros, material rodante auxiliar, equipo electro mecánico, equipo de señalización y control en la vía, así como equipo de talleres.

Es posible pensar que el Tren tendrá efectos sobre el sistema ferroviario nacional lo que implicará una ampliación de la demanda interna y un motivo mayor para avanzar en el proceso de sustitución de importaciones.

#### **4.5. Efecto sobre la densidad poblacional**

##### **4.5.1. Enfoque general**

El servicio que preste el Tren Metropolitano será factor definitivo en las tendencias de desarrollo del Area Metropolitana. Con el estudio se pretende visualizar la expansión futura del Valle de Aburrá con el fin de establecer las pautas adecuadas de desarrollo.

En primer lugar, se inició el trabajo con una investigación que consistió en el conocimiento de los documentos existentes en las entidades que intervienen en el Area Metropolitana.

Esto fue precedido con una investigación de campo para determinar concretamente las posibilidades de desarrollo, basados en un reconocimiento de áreas libres dentro de los perímetros urbanos en los diferentes municipios y cuantificando la posibilidad de saturación que permitan las distintas áreas.

Lo anterior permite visualizar las posibilidades de expansión en el ámbito geográfico del Valle de Aburrá.

A partir del inventario realizado se analizan los modelos de desarrollo posibles y aconsejables, señalando el impacto que generará el Metro sobre la densificación poblacional y sobre el crecimiento económico de las áreas de influencia.

##### **4.5.2. Conclusiones**

El sistema de transporte masivo que se va a implantar es una inversión cuantiosa que

debe aprovecharse al máximo para crear los elementos que permitan desarrollar el Área Urbana del Valle de Aburrá con un modelo diferente.

El Metro servirá de reordenador funcional del espacio geográfico logrando una nueva ciudad con base en los asentamientos existentes.

Es importante aprovechar esta coyuntura para reforzar el desarrollo óptimo de una metrópoli estructurada con base en el esquema de "Ciudad Lineal" con todas sus ventajas funcionales y económicas.

El Metro logrará una ciudad amable y organizada con espacios urbanos a la escala del hombre, con una óptima calidad de vida para todos sus habitantes.

Con la implantación del sistema se podrá llevar a cabo una política regional de asentamiento de población, que logre aprovechar al máximo el espacio existente, ya destruido ecológicamente y que preserve las importantes zonas aledañas que tienen un gran valor ecológico y ambiental, especialmente el Oriente Antioqueño amenazado por una voraz y destructora urbanización que es a todas luces innecesaria.

#### 4.6. Efecto sobre comportamiento social

##### 4.6.1. Enfoque general

El transporte actual en el Área Metropolitana, se ha convertido en uno de los principales problemas sociales, que gravita sobre un 90% de los habitantes de esta comunidad. La ETMVA desarrolla el proyecto Tren Metropolitano, como una de las alternativas tendientes a la solución de este dramático problema vivido por la población.

Dada la magnitud de la obra, según lo demuestra este estudio, el nuevo sistema de transporte masivo suscitará transformaciones que seguramente irán mucho más allá de las fronteras de este Valle, generándose toda una ruptura en el contexto regional-cultural, traducida en cambios sustanciales en las costumbres, hábitos y formas de comportarse la población ante la novedosa situación.

Considerando lo anterior, se hizo este trabajo con el objetivo central de conocer el comportamiento social de la población, frente al transporte actual y luego recoger expectativas, opiniones y posible comportamiento hacia el proyecto "Tren Metropolitano".

Para la verificación de los puntos anteriores el estudio se dividió en dos partes:

En la primera se alaboró el marco conceptual obteniéndose así una aproximación al problema del transporte actual y luego se elaboraron algunas bases teóricas que permitieron un acercamiento al conocimiento del comportamiento.

La segunda parte de la investigación comprende el trabajo de campo, el cual consta de dos niveles:

- A. A través de la directa participación de la comunidad en Talleres Urbanos, se trató de conocer el comportamiento de éstos frente al transporte actual.
- B. Mediante la información suministrada del futuro sistema de transporte, se trató de visualizar con la participación de la comunidad el comportamiento social que se tendrá frente al Metro.

#### 4.6.2. Conclusiones

La opinión de la totalidad de los sectores visitados y en especial la de los estratos bajo y medio bajo, corroboró la deficiente calidad del servicio de transporte público urbano, resaltándose la accidentalidad, el sobre-cupo y el exceso de velocidad.

La deficiente calidad del servicio del transporte público actual, es una de las causas más influyentes en el comportamiento agresivo, tenso y hostil de la población afectando principalmente a aquellos estratos sociales que tienen que utilizar este servicio, alterando la vida social de estos grupos, repercutiendo en sus relaciones laborales y familiares.

Al conseguir el Tren disminuir la congestión poblacional, vehicular y ofrecer comodidad, seguridad y rapidez en los viajes, logrará influir positivamente en la actitud de la población que utilizará el servicio.

Al ofrecerle a la población una certera vigilancia, adecuada iluminación y fáciles vías de acceso, asimilarán una nueva situación como futuros peatones alrededor de las estaciones.

El Tren Metropolitano generará beneficios en el comportamiento social de las comunidades localizadas en la zona de influencia y en la ciudad en general, en la medida que supera las deficiencias encontradas en el transporte actual.

#### 4.7. Efecto de peatonalización

##### 4.7.1 Enfoque general

El sistema Metro y en especial sus estaciones, deben ir respaldados por una integración completa con el usuario.

Es por esta razón que la accesibilidad a las estaciones se ha tomado como uno de los puntos de mayor importancia y de detallado estudio.

Dicho estudio comienza desde la localización de la Estación; el sitio, características físicas y urbanas, la densidad de usuarios, tanto vecinos de la Estación como los que se dirigen a ella para su lugar de trabajo. Así mismo, contiene las vías circundantes, ya que las características físicas de las vías determinan la buena o mala accesibilidad de la Estación.

El estudio esboza los esquemas generales que se realizan en los estudios urbanísticos para cada Estación donde queda consignada toda la parte urbana y en detalle la parte arquitectónica de la Estación en sí.

##### 4.7.2 Conclusiones

La adecuación del sitio y de las vías tendrá todas las facilidades para guiar y albergar al peatón hacia un lugar amable y seguro, generando un efecto positivo de peatonalización en el centro y en las áreas de influencia del sistema que abarca el 40% del área metropolitana.

#### 4.8. Efecto sobre seguridad y control

##### 4.8.1. Enfoque general

El Tren Metropolitano como sistema de transporte masivo que agrupará el 50% de los usuarios del transporte público y que para 1990 tendrá una demanda de 900.000

pasajeros día, debe ser un medio para mejorar la disciplina social y el nivel cultural de la gente. Para esto el sistema contará con los equipos y el personal necesario que permita ofrecerle seguridad a los usuarios y a su vez un correcto control de las situaciones de inseguridad que puedan existir.

En este Capítulo se analiza el origen y consecuencias de la inseguridad en el área metropolitana y su efecto específico sobre los usuarios del transporte público.

Se describe el aporte del Metro a la seguridad y control de la ciudad, mediante el amoblamiento de exteriores y facilidades alrededor de las estaciones. Así mismo, el personal de vigilancia y el sistema tecnológico de los equipos permitirán un control eficiente de puntos críticos de las diferentes instalaciones.

#### 4.8.2. Conclusiones

El Metro beneficiará a la metrópoli en todo orden; en el campo económico generará la reactivación de la economía, creando empleo y permitiendo la irrigación de capital en sectores económicos deprimidos.

El Area Metropolitana tendrá con el Metro un elemento reordenador que permitirá, a su vez, el mejoramiento de los niveles de confianza y de seguridad ciudadana y ofrecerá con la optimización del tiempo la posibilidad de horas libres para la promoción personal y social, como también para la recreación y el descanso.

### 4.9. Efecto sobre la Salud y el Riesgo

#### 4.9.1. Enfoque general

La situación actual creada por el sector transporte y en especial por el transporte público, como es la generación de contaminantes, el poco control técnico que se hace de los buses, la creciente irresponsabilidad con respecto a la seguridad que se le ofrece a los usuarios y los peligros del sobrecupo entre otros, son causantes de situaciones peligrosas y en muchos casos fatales para los ciudadanos del Area Metropolitana.

En este Capítulo se analiza el impacto del transporte actual sobre la salud, menciona cómo las infecciones respiratorias agudas, bronquitis, enfisemas y asma son enfermedades causadas en alto grado por la contaminación generada por la quema de combustible fósil y ocupan el primer orden como causa de enfermedad y morbilidad en el Valle de Aburrá.

Describe también la participación del transporte actual en el índice de accidentalidad y de riesgos, constituyéndose la circulación vehicular actual en un atentado a la calidad de vida, en la medida que pone en peligro numerosas actividades ciudadanas, como son la circulación de peatones y el encuentro de personas, entre otros.

Finalmente, incluye los beneficios que generará el Metro en el control de accidentes y en el saneamiento atmosférico de la ciudad.

#### 4.9.2. Conclusiones

El Metro fundamentará la organización del transporte en el desplazamiento de personas y no en el desplazamiento de vehículos.

El Metro contará con un sistema de control y supervisión óptimo que permitirá una operación completamente segura, rápida y masiva; de esta manera se reducirá en forma considerable los riesgos del descontrol del tráfico y transporte, beneficiando así la salud y la calidad de vida de la población metropolitana.

#### **4.10. Efecto sobre la demanda y la accesibilidad**

##### **4.10.1 Enfoque general**

El Metro como transporte masivo colectivo en vía única, mejorará el acceso general de la población del Area Metropolitana hacia los diferentes destinos, sin aumentar la capacidad viaria y sin sacrificar el servicio a los usuarios del transporte público.

La ETMVA con el fin de determinar la demanda que tendrá el sistema realizó el estudio de origen y destino como base general para la justificación del sistema y para conocer el impacto de accesibilidad que generará el proyecto.

El Capítulo describe inicialmente los objetivos de un estudio de demanda y la necesidad de éste para la implementación del proyecto. Analiza los métodos existentes para calcular la demanda, definiendo la "Encuesta Domiciliaria" como el método más aproximado para un estudio de origen y destino.

Describe detalladamente la investigación que por medio de encuestas domiciliarias realizó el Centro de Servicios Técnicos de la Universidad de Antioquia para la ETMVA.

Analiza el enfoque dado al estudio, los alcances de éste y la forma como fue realizando el trabajo de campo. Discute además el modelo gravitacional que permitió una certeza del 99.33% en los cálculos realizados de la demanda que generará el Metro.

Finalmente, presenta los resultados de los estudios que permiten apreciar los viajes generados por objeto, distribución de viajes por corredores de transporte, distribución de transbordos, tiempos de viaje, número de viajes por diferentes modos de transporte, origen y destino y en general información de suma importancia para la planificación del sistema.

##### **4.10.2 Conclusiones**

Entre las conclusiones más importantes de este detallado estudio, se mencionan las siguientes:

- El volumen de viajes en Metro para el año 1990 y 2005 serán de 900.000 viajes diarios y de 1.250.000 viajes, respectivamente.
- La característica que tiene el Area Metropolitana del Valle de Aburrá de conformar una conurbación lineal permitirá que el Metro le preste servicio a 40% de la metrópoli, cubriendo todo tipo de motivo de viaje y sirviendo a todos los estratos; en especial a los estratos medio-medio y medio-bajo que conforman el 70% de los sectores que se encuentran en el área de influencia del sistema.
- El trazado optimizado beneficia el servicio con un aumento de demanda del 20% mejorando la cobertura a los diferentes usos del suelo e incrementando su importancia con una mejor prestación de servicios a mayores actividades urbanas.

- El Centro histórico de Medellín atrae el 65% de los viajes en transporte público lo que favorece altamente la implantación de un sistema masivo que no implique el aumento de la capacidad viaria.

#### **4.11. Efecto de reordenamiento de transporte**

##### **4.11.1 Enfoque general**

El problema de la circulación en las aglomeraciones urbanas ocupa cada vez más una importancia significativa como consecuencia del aumento del tráfico general, de la necesidad de desplazamiento de la población por la interrelación de actividades económicas y sociales.

Para mejorar el funcionamiento del transporte colectivo y dar mejores condiciones para su desarrollo, es necesaria la implantación de nuevos sistemas modales de transporte y la reorganización de la circulación.

Para el caso de Medellín se ha previsto la construcción y operación de un sistema de transporte férreo masivo que moviliza un alto porcentaje de los usuarios del transporte público afectando por consiguiente la estructura de movilización urbana.

El efecto de reordenamiento de transporte que producirá el Tren Metropolitano ha sido considerado por la ETMVA como de vital importancia y se tiene plena conciencia de que en gran parte el éxito del proyecto durante operación depende de la correcta planificación de un sistema complementario que se integre al Metro de una forma no competitiva.

La planificación del transporte complementario al igual que los planos de concertación con los transportadores privados vienen consignados en este estudio como parte de la integración definida para manejar de forma adecuada la reorganización del transporte que beneficiará significativamente el servicio a los usuarios y el ordenamiento mismo de la ciudad.

El estudio incluye además el tipo de accesibilidad a las estaciones que permitirán la correcta integración del transporte complementario; analiza también la estructura tarifaria y las políticas generales de la ETMVA frente al manejo del transporte público.

##### **4.11.2 Conclusiones**

Con la construcción del Tren Metropolitano, Medellín ha definido la planificación futura del transporte en la ciudad, otorgándole principal importancia a la movilidad mediante un sistema masivo, complementado por otros sistemas de transporte que funcionarán de forma organizada en beneficio del usuario.

Con el Metro, el sistema modal de solución a los problemas de transporte lo constituye el transporte masivo férreo con una perspectiva política en la que el Gobierno retoma el reordenamiento del transporte, teniendo como objetivo la planificación óptima de un sistema multimodal, que optimice integralmente el desarrollo urbano.

El transporte complementario se constituirá en un sistema alimentador del Metro y nunca en un sistema competitivo en su área de influencia con el fin de no desperdiciar recursos.

La ETMVA se proyectará como la empresa planificadora y operadora del transporte público, coordinando a nivel metropolitano todas las políticas a seguir en materia de transporte urbano.

Durante la operación, el Metro reorganizará el espacio vial público y dotará a la ciudad de un sistema integrado de transporte eficiente en términos de comodidad, economía, seguridad y rapidez.

#### **4.12 Efecto sobre el uso de suelos**

##### **4.12.1. Enfoque general**

Dentro de los estudios ambientales se hace necesario detectar en las zonas por donde pasan las líneas del Tren Metropolitano su realidad actual, usos y papel que juegan en el conjunto urbano. Luego con base en una visión planificadora pronosticar los impactos que el Metro generará en la utilización de los usos de suelo de zonas ya conformadas.

La investigación contiene el programa de trabajo definido para estimar los usos de suelo futuro. Describe los usos actuales señalando la clara tendencia lineal que está tomando la conurbación y la fuerte concentración del comercio y servicios en el centro histórico de la ciudad. Así mismo, describe cómo los polos de comercio en los Municipios del Area Metropolitana muestran tendencia de buscar el eje de circulación del río.

El estudio discute la accesibilidad que el Metro generará sobre los usos del suelo actual para luego estimar el uso de la tierra para el año 2000, concentrando el análisis en las áreas beneficiadas por cada estación.

Finalmente, discute el aumento en el precio de la tierra que generará el proyecto en su zona de influencia y expresa la importancia de amarrar la posible transformación de usos a una reforma urbana que contenga instrumentos ordenadores.

##### **4.12.2. Conclusiones**

La geomorfología del Valle de Aburrá obliga un desarrollo lineal y no radiocéntrico.

Los polos de mayor desarrollo estarán alrededor de las estaciones y no a lo largo de la línea del Metro.

El Metro favorecerá la integración de todo el Valle y primordialmente sus actividades principales generadoras de trabajo.

El 70% del empleo del Area está estratégicamente localizado en la zona de influencia y por lo tanto está ligado o directamente beneficiado por el servicio que prestará el Metro.

La estructura lineal de la metrópoli facilitará que por medio de un sistema de limitado kilometraje de extensión, se concentre un servicio masivo con amplia cobertura a los diferentes usos del suelo que sirven de destino para múltiples actividades.

El servicio que preste el Metro al uso de suelo actual permitirá un desarrollo concentrado permitiendo la utilización al máximo de los recursos existentes.

#### **4.13 Compilación de Efectos Urbanos**

##### **4.13.1 Enfoque General**

Conscientes de la dimensión de los efectos urbanos generados por la implementación del proyecto en un corto período la ETMVA decidió compilar diferentes aspectos urbanos

con el fin de poder planificar de una manera correcta la forma en que la ciudad asimile los impactos y aproveche en su mejor proporción los beneficios del Metro como medio de transporte estructurante del desarrollo urbano.

Los estudios comprenden una área de influencia con radio de 500 m., a partir de cada estación, distancia considerada como de influencia peatonal y que es el área donde se puede sentir directamente las modificaciones al espacio natural, o escenario actual, en cuanto a usos de suelo, densidad habitacional, volumetrías de la zona, desarrollo vial peatonal y vehicular y aspectos socio-económicos.

La metodología seguida parte de un conocimiento profundo de la situación actual, mediante una investigación en el sitio y consultando las diferentes entidades que han realizado estudios de la zona. A partir de la información recogida y basados en unas premisas de diseño urbano se elaboran los planteamientos que conduzcan al diseño de las facilidades que prestará el Metro como también a definir la reglamentación futura del espacio modificado.

## 5. Monitoreo y seguimiento

En la estrategia para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental -E.I.A.- se definieron las necesidades generales que éstos deberían alcanzar. Entre estos objetivos estaba el de elaborar los estudios, no como un ejercicio académico, sino como un documento práctico y útil que optimizará ambientalmente el proyecto.

El concepto anterior implica que a partir de la entrega de los documentos exigidos por la legislación, continúe la revisión, monitoreo y seguimiento de las recomendaciones y estrategias expuestas en los diferentes capítulos con el fin de evitar que éstas caigan en el olvido o no tengan una utilización práctica.

Por otro lado, no obstante lo detallado del análisis de impacto, es probable que aparezcan otros efectos no tenidos en cuenta inicialmente, que requieren ser estudiados. Esto debido a las modificaciones que vayan resultando a medida que avanza el proyecto como también a lo novedoso del mismo.

En este orden de ideas, se definió un modelo de seguimiento práctico que facilitará el monitoreo y la retroalimentación del proyecto en los aspectos ambientales. De esta manera se evitará lo que ocurre con la mayoría de los macro-estudios que traspasan los límites de lo práctico y se vuelven imposibles de implementar.

El documento elaborado detalla los puntos que conforman la estrategia de monitoreo como son la formación de un comité de seguimiento, selección de sitios para verificación de impactos y definición de metodología de seguimiento.

Dentro de la metodología para la verificación de impactos se definen las herramientas de trabajo como son observaciones de impacto en campo, observación de comportamiento, análisis de datos y talleres urbanos donde se fomenta la participación comunitaria en los aspectos de percepción y evaluación de impactos.

Finalmente, define los indicadores de impacto para las diferentes fases del proyecto conformando así el modelo de monitoreo que pondrá en práctica la ETMVA enmarcado dentro de los requerimientos legales exigidos en Colombia.

## 5.1 Conclusiones

El método de monitoreo y seguimiento además de ser un modelo novedoso y ambicioso busca, a través de investigaciones prácticas y análisis empíricos, elaborar conclusiones sobre la metodología que fue utilizada en el desarrollo de la Declaración de Efecto Ambiental, como también en los Estudios de Impacto.

El monitoreo y seguimiento demuestra que lo realizado con los estudios no fue simplemente para cumplir con unos requisitos generales, sino, por el contrario para optimizar ambientalmente el proyecto.

La propuesta desarrollada es novedosa en el sentido que permite evaluar por medio de observaciones periódicas los impactos generados, teniendo presente la directa participación de la población en la percepción y respuesta que se tenga de los efectos durante diferentes horizontes temporales.

## 6. Conclusiones generales

De acuerdo con los estudios realizados se puede predecir que con la correcta planificación del proyecto, los impactos que se generen durante la construcción serán mínimos y los pocos efectos de carácter negativo que aparezcan podrán ser mitigados a través de medidas correctivas acompañadas de un correcto seguimiento y monitoreo.

Durante la operación la mayor parte de efectos serán positivos, ya que el Metro estimulará un desarrollo urbano equilibrado e incorporará la dimensión ambiental en la ordenación y planificación de la metrópoli.

Por lo tanto, tras analizar los factores determinantes de impacto como son los atributos del proyecto, las características del ambiente y la situación socio-económica, se concluye que el Tren Metropolitano del Valle de Aburrá es ambientalmente factible, útil y necesario.

El proyecto Metro contribuirá al saneamiento ambiental del Area Metropolitana, reduciendo significativamente los efectos negativos generados actualmente por los medios de transporte a gasolina y por el uso excesivo de transporte individual.

El Metro se considera un transporte de características ambientales, ya que se utilizará un recurso energético local, ambientalmente sano, no contaminante y renovable.

Igualmente, el sistema seleccionado mejorará el acceso hacia la zona céntrica y la movilidad en ésta, aliviando paralelamente los efectos ambientales negativos de un tráfico pesado y realzando los espacios necesarios para la circulación de peatones.

El Tren Metropolitano restaurará la calidad del medio ambiente cambiando el modo de transporte sin aumentar la capacidad viaria y sin sacrificar el nivel de acceso del transporte público masivo.

De esta manera, el Area Metropolitana con el Metro, estará preparada para enfrentar los desafíos del año 2000 con unos claros objetivos en los aspectos de crecimiento urbano y poblacional, con una planeación dirigida a proteger y realzar el medio ambiente, asegurando el equilibrio entre el bienestar y el desarrollo colectivo futuro.