

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

RESUMEN EJECUTIVO

1. GENERALIDADES

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 General

Optimizar la construcción y operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, mediante la minimización del impacto ambiental negativo que genere y maximizando los impactos positivos que cause.

1.1.2 Específico

- Caracterizar en los medios físicos, bióticos y sociales, las condiciones actuales del medio ambiente de la zona donde se construirá la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales originados durante la construcción y operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello.
- Diseñar las medidas de prevención, mitigación, control, compensación, corrección que hay que ejecutar para garantizar que se genere el menor impacto negativo y potencie los impactos positivos que se puede causar en el medio ambiente, en sus medios físico, biótico y social, por la construcción y operación de la planta.
- Definir los responsables de aplicar los programas diseñados y su cronograma de ejecución, así como construir indicadores que permitan evaluar el eficiencia y la eficacia de las medidas.

1.2 ALCANCE

- Optimizar la utilización de los recursos naturales, teniendo en cuenta las características técnicas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello.
- Complementar con información primaria, la información secundaria existente, con el fin de poder caracterizar el medio ambiente de la zona donde quedará ubicada la planta.
- Evaluar cualitativa y cuantitativamente los impactos producidos por el proyecto, de tal manera que se establezca el grado de afectación y vulnerabilidad de los ecosistemas y los contextos sociales (comunidades, patrimonio cultural y arqueológico).
- Proponer, a nivel de diseño, las estrategias de atención de cada uno de los impactos identificados. Debe incluir justificación, objetivos, alcances, tecnologías a utilizar, resultados a lograr, costos y cronogramas de inversión y ejecución.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

1.3 ANTECEDENTES

Dado el creciente problema ambiental que estaba generando el deterioro de la calidad del agua del río Medellín, Empresas Públicas de Medellín E.S.P., contrató, en el año de 1981, con el consorcio conformado por las firmas Geeley and Hanses y Compañía Colombiana de Consultores el estudio de “Factibilidad técnica y económica del programa de saneamiento del río Medellín y sus quebradas afluentes”, donde se definieron los sistemas de recolección y tratamiento de las aguas residuales generadas en el Valle de Aburrá.

En sus resultados concluye que para tratar las aguas del río Medellín, se requieren dos plantas de tipo secundario, localizadas en los municipios de Itagüí y Bello, y dos plantas con tratamiento preliminar, situadas en los municipios de Girardota y Barbosa.

De todas las plantas propuestas, la primera en construirse fue la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Fernando, de tipo secundario, localizada en el municipio de Itagüí, al sur del Valle de Aburrá, que comenzó a operar en mayo de 2002.

En su primera fase, San Fernando tiene una capacidad de tratamiento promedio de 1.8 m³/s, y recibe para tratamiento las aguas residuales de los municipios de Itagüí, Envigado, Sabaneta, La Estrella, el corregimiento de San Antonio de Prado del municipio de Medellín, y en el futuro Caldas.

Siguiendo los resultados del estudio realizado en 1981, las Empresas Públicas de Medellín E.S.P., incluyó dentro de su programa de inversiones, la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, entre los años de 2008 y 2001, que tratará las aguas residuales provenientes de Medellín y Bello.

Para ello, y mediante licitación, se contrató al consorcio Hidroestación Torre del Aburrá (HTA), conformado por las firmas HVM Ingenieros Ltda. y Pöyry Environment GmbH, con el cual firmó el contrato 10000226078 del 2006, cuyo objeto es la “Consultoría para el diseño detallado de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Norte”, que tiene un plazo de 540 días, finalizando a principios del 2008, para continuar con los procesos de contratación, construcción de obras y montaje de equipos entre los años 2008 y 2010.

El objetivo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello es garantizar un nivel mínimo de oxígeno disuelto en el río Medellín de 5 mg/l, para cumplir con las metas establecidas por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, lo cual se logrará con la recolección, transporte y tratamiento de 123 t/d de DBO₅ y 120 t/d de sólidos suspendidos, adicionales a las de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Fernando.

1.4 CONTENIDO DEL DOCUMENTO

A continuación se presenta, de manera resumida, el contenido de los distintos capítulos del Estudio de Impacto Ambiental de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello:

Resumen Ejecutivo. Síntesis de los aspectos relevantes del estudio en lo relacionado con la evaluación ambiental del proyecto.

Capítulo 1. Generalidades. Presenta el contenido de los capítulos, la composición del grupo de profesionales que participó en la realización del estudio, así como el marco normativo considerado.

Capítulo 2. Descripción del Proyecto. Presenta el diseño de las principales componentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

Capítulo 3. Caracterización del Medio Ambiente. Se describen las principales características del medio físico en cuanto a geología, geomorfología, tectónica, hidrología, calidad y usos del agua, clima, calidad del aire y niveles de ruido, entre otros. Del medio biótico los principales atributos de la Fauna Terrestre (reptiles, anfibios, peces, aves y mamíferos) y de la Flora (estado actual y composición). Del medio social, los aspectos demográficos (población, dinámica poblacional), culturales, económicos (actividades económicas y sectores productivos, empleo), político - organizativo (autoridades, instituciones, líderes).

Capítulo 4. Demanda de recursos naturales. En este capítulo se realiza una evaluación de los recursos naturales requeridos por el proyecto, y se presentan la información para obtener los permisos respectivos.

Capítulo 5. Identificación y evaluación de Impactos ambientales. Se presenta la identificación y evaluación de Impactos ambientales del proyecto, teniendo en cuenta su actividades y los elementos ambientales considerados.

Capítulo 6. Zonificación ambiental. Se desarrolla la metodología y el análisis de los resultados de la zonificación ambiental de la zona de estudio del proyecto.

Capítulo 7. Plan de Manejo Ambiental. Se plantean los programas y proyectos necesarios para atender los diferentes impactos identificados, y una estimación de los costos asociados y su respectivo cronograma de ejecución.

Capítulo 8. Plan de Monitoreo y Seguimiento. Se presentan los programas de seguimiento y monitoreo que deben acometerse durante las fases de preconstrucción, construcción y operación del proyecto.

Capítulo 9. Plan de Contingencias. En el Plan de contingencias se desarrolla un análisis de amenazas, vulnerabilidad y riesgos y se establecen los planes, programas y proyectos asociados a la atención de las emergencias.

Capítulo 10. Diagnóstico técnico, económico y ambiental de alternativas. Se presenta una análisis de las alternativas estudiadas para la planta, desde el punto de vista técnico, económico y ambiental.

Capítulo 11. Bibliografía. Se presenta toda la bibliografía consultada y utilizada para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

1.5 INFORMACIÓN DISPONIBLE

1.5.1 Información básica

Para el Estudio de Impacto Ambiental de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, se utilizó la siguiente información:

- Toda la información técnica fue extractada de los diseños de la planta, elaborados por el Consorcio HTA en el año 2007. Incluye levantamientos topográficos, estudios geológicos, geomorfológicos, geotécnicos, hidrológicos, diseño y dimensionamiento de las obras de la planta.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

- Información secundaria con cubrimiento de la zona donde quedará ubicada la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello. Se consultaron estudios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, de Empresas Públicas de Medellín E.S.P.; también se revisaron los Planes de desarrollo y los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios con jurisdicción en el proyecto, así como la información en instituciones de salud.
- Estudios realizados para la planta como el estudio de "Línea base ambiental del entorno de la futura planta de tratamiento del norte en Bello", elaborado en el año 2004.

1.5.2 Visitas de reconocimiento

Para validar y completar la información recopilada, se realizaron diferentes trabajos de campo, que incluyeron:

- Monitoreo de calidad de aire y de las condiciones climáticas del lote donde se construirá la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello.
- Monitoreo físico-químico y biológico de las corrientes de agua cercanas al lote.
- Inventario de la vegetación existente en el predio donde se construirá la planta.
- Trabajo de campo para caracterizar la fauna terrestre existente en la zona donde quedará el proyecto.

1.6 GRUPO EVALUADOR

El grupo de profesionales que participó en la recopilación, análisis y complementación de la información, así como en la evaluación de los posibles efectos ambientales y las medidas de manejo, estuvo compuesto por las siguientes personas:

Nombre	Profesión	Cargo
Alejandro Aguilar A..	Geólogo /Especialista Gerencia Ambietal	Director del proyecto
Rodrigo J. Vélez O.	Ingeniero Civil / Msc. Recursos Hidráulicos	Coordinador EIA
Adriana Muriel M.	Ingeniera Ambiental	Aspectos Técnicos
Elías Barrera G.	Ingeniero Civil	Aspectos Técnicos
Elvira María Aguilar A.	Ingeniera Agrónoma / Msc Conservación Ambiental y Bosques	Aspectos físicos
Juan Carlos Pineda.G	Ingeniero Ambiental	Aspectos físicos
Huber Alexander Vanegas	Ingeniera Forestal / Candidato a especialista en Gestión Ambiental	Aspectos bióticos
Luz Adriana Ramírez M.	Bióloga	Aspectos bióticos
Snedy Hernández A	Bióloga	Aspectos bióticos
Adriana Poveda	Bióloga	Aspectos bióticos
Luz M. Martínez	Bióloga//Msc Conservación Ambiental y Bosques	Aspectos bióticos

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

Nombre	Profesión	Cargo
Oscar Darío Monsalve S	Antropólogo	Aspectos sociales
Eduardo Gómez B.	Antropólogo /Especialista en educación ambiental	Aspectos sociales
Sandra Montoya A	Economía	Aspectos sociales

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACIÓN

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello (PTAR Bello) se ubicará en el municipio de Bello, al norte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en un lote de 45 ha aproximadamente, que está delimitado por la quebrada Niquía al Noreste, la quebrada Seca al Suroeste, la vía Troncal de Occidente al Noroeste y el río Medellín al Sur, en la margen izquierda del río Medellín, entre los barrios Machado (margen derecha) y Navarra (margen izquierda), como se puede observar en la Figura 2.1.



Figura 2.1. Lote para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello

En el lote se identifican dos sectores: el primero conformado por dos zonas de 10,8 ha y 5,9 ha, con una altura promedio de 1.413 msnm; y un segundo sector de 11 ha y 0.80 ha cuya topografía varía de la cota 1.412 a la cota 1.437 msnm. Los dos sectores están separados por la conducción Niquía-Manantiales, que surge al acueducto de Empresas Públicas de Medellín, y atraviesa el lote transversalmente de Norte a Sur.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

Además el lote es atravesado longitudinalmente por la línea de ferrocarril, que separa las dos zonas del sector uno, por el gasoducto de Empresas Públicas de Medellín, el poliducto de ECOPETROL, y una línea de alta tensión que se trasladará hacia el perímetro de la planta junto al corredor del río.

2.2 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, que se construirá en una sola etapa, será de tratamiento secundario, del tipo de lodos activados, con estabilización y deshidratación de los lodos, y un caudal promedio de diseño de 5,0 m³/s, con un caudal máximo de diseño de 6,5 m³/s. El afluente llegará a la planta conducida por el Interceptor Norte del río Medellín de 2,0 m de diámetro, a una profundidad de 7 m de la cota de terreno seleccionada (1.413 msnm).

2.2.1 Tipo y número de estructuras necesarias

- **Unidades de pretratamiento**

Las aguas serán recibidas en una denominada “obra de llegada”, la cual está conformada por una reja de protección y una compuerta como estructura de conexión y protección entre el interceptor y la planta. En esta primera reja se retendrán los residuos de mayor tamaño que puedan ingresar. El proceso continúa con la extracción de basuras del agua, que se realizará con seis rejas para la retención de elementos gruesos y seis rejas para la captura de los residuos finos.

Los residuos que se acumulan en las rejas serán transportados mediante tornillos a una serie de prensas y contenedores, de donde serán llevados a camiones que se encargarán de llevarlos al sitio de disposición final.

- **Tratamiento primario**

Posteriormente el flujo de agua se dirige a los tanques sedimentadores primarios, que serán de forma rectangular, y cuyo volumen es de 23.590 m³, a los que se les adaptarán cadenas transportadoras.

Se construirán cuatro líneas de tanques, cada una de ellas con cuatro tanques en paralelo. Cada línea con un ancho de 8 metros y una longitud de 48,50 metros. El tiempo de retención será de una hora.

Para evitar que los malos olores que se generan en esta parte del tratamiento salgan a la atmósfera, los sedimentadores serán cubiertos con un material de fibra de vidrio.

- **Tratamiento secundario: Tratamiento biológico y sedimentación secundaria**

De los sedimentadores primarios, el flujo se dirige a los tanques de aireación, los cuales se han diseñado con un sistema en cascada.

Al entrar el agua residual en estos tanques, hace contacto con lodo activado, y la materia orgánica es consumida y transformada por las bacterias en agua, dióxido de carbono (CO₂), energía y más microorganismos. El oxígeno que necesitan los organismos, es suministrado en forma de aire y se toma de la atmósfera. Se filtra y se lleva hasta el fondo de los tanques

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

por medio de los sopladores. El aire es liberado a través de difusores que producen burbujas muy finas.

El sistema de tratamiento biológico se realizará por medio de lodos activados. Se construirán cuatro tanques biológicos de forma rectangular, cada uno con un volumen útil de 14.250 m³, dividido en zonas anóxicas (25%) y zonas aerobias (75%).

Para la aireación del sistema biológico se utilizará un sistema flexible de aireación con la instalación de sopladores centrífugos de una etapa. Se instalarán cinco unidades de operación y una unidad de reserva.

De los reactores, el flujo pasa a los sedimentadores secundarios circulares, ocho en total, que tendrán un diámetro de 50 m cada uno, los cuales tendrán un volumen de 68.417 m³.

Un equipo de barrelos, localizados en el sedimentador, los concentra en una pequeña tolva, de la cual es retirado por medio de bombas. Una parte del lodo que se retira de los sedimentadores secundarios, se recircula a los tanques de aireación, con el objeto de mantener altas concentraciones de bacterias en los reactores biológicos. El lodo que no se recircula continúa hacia el tratamiento de lodos.

- **Espesamiento de lodos**

De los tanques de sedimentación primaria se obtienen los lodos primarios, los cuales pasarán por bombeo a tanques espesadores por gravedad, con un tiempo de retención de 1,5 días, para reducir el volumen en un 50%, a una sequedad del 5%.

A los lodos que se obtienen de los tanques de sedimentación secundaria se les realizará su espesamiento por medio de centrífugas con una alta velocidad de rotación.

A los lodos se les adiciona un aditivo floculante, tanto para la deshidratación como para el espesamiento de los lodos de exceso, cuyas instalaciones estarán en un salón separado.

- **Manejo de lodos. Estabilización de lodos y recuperación de energía**

El volumen total de lodos a tratar en la digestión anaerobia es de 2.567 m³/día, con un promedio de sequedad a la entrada al sistema de 5%.

El objeto de la digestión anaerobia es estabilizar los lodos, es decir, reducirles su contenido de organismos patógenos y su contenido orgánico, disminuyendo así su potencial de olores desagradables y de contaminación. Se utilizará el sistema Mesofílico, en el que se mantienen los lodos a una temperatura constante entre 30 y 36°C, durante un tiempo largo, que para la planta será de 20 días.

Como el proceso de estabilización de los lodos dura veinte días, se construirán seis unidades cada una con una capacidad de 8.600 m³, o sea 51.600 m³ en total.

Para la deshidratación final de los lodos, se utilizarán centrífugas de deshidratación (cuatro en total, una por cada tanque de almacenamiento y una de reserva), similares a las centrífugas de espesamiento. La alimentación de las centrífugas se realiza directamente con las bombas para el lodo digerido.

El lodo digerido llega por gravedad a los tanques de almacenamiento, gracias a la diferencia de nivel entre éstos y los seis digestores. Para cada pareja de digestores se tiene un tanque de almacenamiento de lodos.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

La extracción del lodo de los tres tanques de almacenamiento se realiza por medio de bombas de cavidad progresiva, que alimentan las máquinas centrífugas de deshidratación.

Existen dos bombas por cada tanque de almacenamiento, una en operación y una de reserva.

Los lodos deshidratados caen sobre un conducto metálico, que los conduce directamente a los silos que se encuentran en el segundo piso del edificio de lodos, de donde se cargan en camiones con una capacidad de 20 m³, para ser llevados a la disposición final. El tiempo de cargue del vehículo se estima en 30 minutos.

- **Canal de descarga**

El canal de interconexión y descarga del efluente se dividió en diferentes tipos de box culvert, dependiendo de las cargas a las cuales estuviera sometido en su parte superior, por ejemplo vías, su localización y secciones se presentan en los Plano 03C-CSGR-1-260, 03C-CSGR-1-261 (1 de 2, 2 de 2).

Se establecieron juntas de dilatación promedio cada 13,50 a 17,00 dependiendo de la longitud de cada tramo de box culvert. Este canal de interconexión y la estructura de descarga se encuentra localizado al nor-occidente de la planta ver figura 1.

El sistema estructural consiste en placas y muros en concreto reforzado, diseñados para soportar carga debida al relleno lateral, superior y en algunos casos la sobrecarga ocasionada por la carga viva correspondiente a un camión de diseño denominado C40-95.

2.2.2 Generación de energía

Con la digestión anaeróbica, además de una reducción importante de la masa de lodos, también se genera biogás, el cual será almacenado para generar energía mediante motogeneradores.

La energía eléctrica producida será utilizada dentro de los procesos de la Planta; la energía calorífica será utilizada para el calentamiento de los lodos, como dentro del concepto del aire acondicionado general.

Con el proceso de recuperación de energía, a través de la producción de gas metano, se generaran internamente aproximadamente de 5 a 6 MW.

2.2.3 Control de olores

- **Localización de las estructuras.**

Dada la distribución topográfica y geomorfológica del terreno sobre el cual se construirá la PTAR Bello, la distribución general de edificaciones y equipos ("Layout") debió desarrollarse en dos zonas, zona Este y zona Oeste, físicamente separadas por la conducción de agua Niquía-Manantiales. El proceso para el tratamiento de olores de la PTAR Bello será el lavado químico de corrientes cruzadas, que consiste en que las sustancias de olor son absorbidas en un líquido de lavado, que posteriormente se pone en contacto con químicos dosificados.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

2.2.4 Disposición de los biosólidos

La disposición de los biosólidos de la PTAR Bello será el proceso de compostaje, que garantizará que el producto (biosólido compostado) alcance las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas exigidas por la legislación colombiana en curso (referente a los biosólidos) y a la resolución 5167 referente al material orgánico estabilizado. La zona de tratamiento estará localizada en el costado sur-oriental del lote (sector 1, zona de 5,9 ha), como se puede observar en el Plano 11G-PGGR-1-261

2.2.5 Edificio de operaciones

Está ubicado en la parte central y norte del predio de Empresas Públicas de Medellín E.S.P., al lado occidental de la línea de conducción de agua a la Planta de Manantiales, en la parte alta del lote (cota 1.430 msnm) desde donde se observará la totalidad de la Planta.

El edificio está conformado por dos bloques laterales (Administrativo y Operativo), y un volumen central en forma de cilindro de cuatro pisos que contiene toda el Área Social y la Sala de Control de la PTAR. (Auditorio, Cafetería, Lobby Central, Recepción). El techo de las alas operativas y administrativas serán terrazas de observación.

2.2.6 Accesos

A la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello se llega por la Troncal de Occidente conocida en el Valle de Aburrá como la "Autopista Norte.

Se plantearon tres porterías. La portería principal ubicada en sentido centro - norte de la PTAR con acceso desde la autopista. Para el ingreso de camiones se planteó una portería localizada en la actual vía de acceso a la zona de carboneros, localizada en el costado suroeste del lote, la cual será adecuada para que circulen por ella los camiones que acceden al edificio de espesamiento de lodos

El tercer acceso es para el ingreso a la zona de aguas, y se utilizará para la entrada de vehículos para cuando sea necesario realizar algún tipo de mantenimiento y además servirá como entrada o salida emergencia de la PTAR Bello. Su funcionamiento está limitado a una puerta controlada desde la portería principal.

2.3 PLANTEAMIENTO URBANO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE BELLO

El exterior de la PTAR Bello se concibió como una cicloruta, de casi 3.000 m de longitud, al cual podrán acceder las comunidades vecinas para su disfrute. Su tratamiento paisajístico pretende crear una visual armónica de todo el conjunto de la planta, y para ello dispondrá de zonas duras, zonas blandas, vegetación de protección, vegetación de sombra, fuentes y áreas debidamente amobladas, que permitan el planteamiento de espacios con lecturas diferentes, de acuerdo con las actividades circundantes y que a la vez sean de fácil y económico mantenimiento.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

Dentro del planteamiento paisajístico se prevé la inclusión de senderos peatonales en acabados, acordes con la escogencia de la vegetación; dichos senderos peatonales estarán divididos entre los que serán para uso de los visitantes y los planteados al interior mismo de la planta y de uso general para el personal que labore en la misma, y que permitan la comunicación rápida y eficaz entre zonas y edificios a pesar de la extensión del proyecto.

3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DEL PROYECTO

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

Para el Estudio de Impacto Ambiental de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Bello, se definieron áreas de estudio diferentes para los medios que componen el ambiente:

- Para el Medio Abiótico, el área de estudio fue el sector donde se encuentra el lote en el que se construirá la Planta, aunque algunos temas, como la Hidrogeología, la geomorfología, la hidrología, la geología, se trabajaron en un contexto del valle de Aburrá.
- Para el Medio Biótico, el área de estudio fue el lote donde se construirá la Planta.
- Para el Medio Social se diferenciaron tres escalas:
 - Área de estudio regional, que corresponde a los municipios de Bello y Copacabana
 - Área de estudio local, que comprende los barrios vecinos a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, sus comunidades y grupos organizados; son: la Comuna 8 -Niquía (barrios consolidados como Ciudad Niquía, La Navarra, Guasimalito – rural -, Ciudadela del Norte, Hermosa Providencia, Panamericano y el sector denominado Terranova que concentra nuevos proyectos de propiedad horizontal construidos en los últimos cuatro años y con propuestas de expansión articulado a áreas de comercio igualmente en expansión) y Comuna 9 -Fontidueño (Fontidueño, Alcalá, La Camila y Las Vegas) del Municipio de Bello. Los barrios Machado, El Remanso y La Misericordia de la zona Occidental del Municipio de Copacabana (véase Plano 01G-PGGE-1-301)
 - Área de estudio puntual, que corresponde al lote donde se construirá la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Bello.

3.2 MEDIO ABIÓTICO

3.2.1 Geología

- **Caracterización litológica regional**

El municipio de Bello se localiza sobre la margen izquierda del río Medellín, sobre un ancho y profundo valle intramontano conformado por depósitos sedimentarios de tipo aluvial, depósitos aluvio-torrenciales y coluviales de edad cuaternaria, confinados por dos extensos altiplanos conformados por rocas metamórficas de tipo anfibolitas, así como esquistos e intrusivos de tipo dioritas, gabros y dunitas, de edades que varían del paleozoico al cretácico.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

- **Marco sismo-tectónico regional**

Colombia está clasificada en una categoría alta de amenaza sísmica, por localizarse donde se da la convergencia activa de las placas tectónicas Nazca, Suramericana y Caribe, y la micro-placa de Panamá, las cuales, a través del tiempo geológico, dieron lugar a la conformación del prisma de acreción denominado comúnmente como “Bloque Andino”.

Dicho bloque actúa como el amortiguador y liberador de los esfuerzos de distensión, compresión y cortante a lo largo de múltiples sistemas de falla de orientación general N-S, NE-SW, y algunas trazas de falla menores de tendencia E-W.

- **Marco sismo-tectónico local**

Los reportes dados por la Red Sísmica Nacional acerca de las principales sismo-fuentes se refieren, generalmente, a trazas de falla activas que hacen parte de los macro-sistemas de fallas colombianos, que para el área del proyecto son: al oeste los Sistemas Romeral, Cauca, Murri - Mutatá y Murindó; al norte el Sistema Espíritu Santo; al este el Sistema Belmira y algunos sistemas y trazas menores de falla orientadas N-S y E-W.

3.2.2 Geomorfología

De acuerdo con el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Aburrá¹ y al estudio de Microzonificación Sísmica del Valle de Aburrá², en la zona de estudio se identifican las unidades que se presentan en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Unidades geomorfológicas en la zona de estudio

Unidad cartográfica	Unidades menores	Ubicación	Descripción
Vertientes Suaves en Depósitos (Vsd)	Unidad de Vertientes suaves en depósito (Vsd), Unidad Aluvial (Al), Unidad de Colinas medias (Cm), Unidad de Filos Bajos (Fb).	Entre las unidades geomorfológicas de escarpe, filos y los depósitos aluviales.	Superficies de inclinación suave moldeadas por depósitos de vertiente. Pendientes rectilíneas a ligeramente cóncavas. Leve a moderado grado de disección.
Superficies aluviales (Al)		A lo largo de todos los segmentos del Valle de Aburrá.	Superficie formada por depósitos aluviales del río Aburrá y sus afluentes principales.

3.2.3 Suelos

Los suelos del área de influencia directa de la planta se caracterizaron con base en la descripción de Suelos del departamento de Antioquia (IGAC, 1979).

¹ Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca del río Aburrá. Área Metropolitana del Valle de Aburrá, CORNARE, CORANTIOQUIA, 2007

² Microzonificación Sísmica del Valle de Aburrá. Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2002

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

- **Asociación Giradota (GS)**

En el área de influencia del proyecto se localiza en la llanura aluvial del río Medellín sobre pendientes que varían del 0 al 3%. Son suelos moderadamente profundos, limitados por el nivel freático. Predomina la erosión laminar, y en los sectores donde se ha removido completamente la vegetación para la extracción de material y elaboración de carbón, surcos que empiezan a profundizarse. Son suelos con fertilidad baja a media, ligeramente ácidos, bases totales altas, saturación de bases alta a muy alta, el carbón orgánico decrece irregularmente, el fósforo es bajo.

- **Asociación Andes (AG)**

En el área de influencia del proyecto, se ubica en el sector donde se localizará la planta de compostaje, en pendientes que varían entre 0 y 3%. Son suelos superficiales a moderadamente profundos, limitados por el nivel freático. Se observa erosión laminar. La fertilidad varía de media a baja, mediana a fuertemente ácidos, bases totales medias, saturación de bases media, el carbón orgánico decrece de medio a bajo, fósforo bajo.

3.2.4 Hidrología.

En este sector el río tiene una red de drenaje de forma dendrítica alargada y entre sus principales afluentes se encuentran las quebradas: Doña María (Itagüí), Ayurá (Envigado), La Iguañá, La Hueso, Santa Elena, La Loca, La Rosa (todas estas en Medellín), El Hato, La García, Rodas, La Señorita, La Seca (todas estas en Bello).

Las lluvias en la zona presentan un comportamiento bimodal, con dos épocas húmedas (abril y mayo y luego en septiembre-octubre) y dos épocas secas, siendo el período más seco el correspondiente a los meses de diciembre-marzo. La parte central de la cuenca, donde se encuentra localizada la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Bello, es la zona más seca, con precipitaciones anuales que varían entre 1.400 mm/año y 1.800 mm/año.

De las estaciones Limnigráficas y Limnimétricas instaladas en la cuenca del río Medellín-Porce, la más cercana a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello es la estación Machado (RM12), en la cual se tiene estimado un caudal medio de 25,45 m³/s, de los cuales 6,47 m³/s son aportes de aguas residuales³.

El lote donde se construirá la Planta está delimitado por dos quebradas: Niquía y Seca. La primera tiene una cuenca de 1,93 km², y presenta un caudal máximo para un período de retorno de 100 años de 179,76 m³/s⁴. La Seca, cuya cuenca mide 6,27 km², presenta un caudal máximo de 71,40 m³/s⁵, para un período de retorno de 100 años.

³ Ibid

⁴ Diseño de obras hidráulicas en el río Medellín entre Bello y la Misericordia. Contrato 340-96/010. Área Metropolitana. Vol 5: Estudio hidrológico e hidráulico de quebradas

⁵ Ibid

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

3.2.5 Calidad del agua

Con el propósito de identificar las características físicas, químicas y biológicas del recurso hídrico en el área de influencia de la futura planta y determinar el estado actual en el que se encuentra este recurso, el 28 de agosto de 2007, se tomaron muestras puntuales y superficiales en las Quebradas Rodas, La Seca y Niquia y en el río Medellín, en el puente de Machado donde quedará la descarga del Interceptor Norte y 50 m antes de la desembocadura de la Quebrada Niquia, donde quedará la descarga de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello.

- **Calidad Fisico-química**

Con los muestreos realizados se calculó el Índice de Calidad de Agua WQI, que adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación el curso de agua en estudio. Los resultados encontrados dieron como resultado que el río Medellín presenta una calidad del agua mala en los dos puntos, y las quebradas se clasifican como regulares.

- **Macroinvertebrados**

Los macroinvertebrados son utilizados como indicadores de la calidad biológica de los sistemas acuáticos, principalmente porque son abundantes, por su amplia distribución y diversidad de grupos, porque no presentan una gran movilidad, permitiendo su adaptación a características muy definidas de calidad de agua y reflejando los efectos de las variaciones ambientales en cortos períodos, puesto que responden rápidamente a los tensores ambientales (Jaramillo, 2002).

Los resultados mostraron que los órdenes mejor representados son Odonata y Díptera con cuatro familias cada uno. El grupo de los dípteros registran 195 individuos, que corresponden al 67% del total de los organismos encontrados, mientras el grupo Odonata está representado por 21 organismos que corresponden solo al 7% del total de organismos.

En cuanto a la abundancia de los organismos, en todas las estaciones se encontró un número semejante, a excepción de las estaciones sobre el río Medellín, donde se registran apenas 17 individuos en la primera estación y no se encontró ninguno en la segunda, debido posiblemente a las características del sustrato, el cual está formado por sedimento fino y muy compacto, que no es apto para el establecimiento de una gran variedad de organismos, y a algunos parámetros fisicoquímicos, que se encuentran en concentraciones que no garantizan un medio ambiente adecuado para el crecimiento y reproducción de las especies acuáticas.

El índice de diversidad de Shannon, muestra que la diversidad de especies en los sitios de muestreo es baja reflejando condiciones de deterioro del hábitat. Esta condición es corroborada a través del índice de calidad BMWP/Col que define una condición en estos puntos entre muy crítico y crítico. De manera contraria, en la quebrada La Seca se registra una mayor diversidad de especies, indicando una mejor calidad de agua que en las otras estaciones muestreadas.

- **Perifiton**

En los ambientes lóticos uno de los componentes bióticos más importantes es el perifiton, constituido principalmente por hongos, bacterias y algas que viven adheridos a sustratos

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

vivos o inertes y que varían en abundancia de acuerdo a las características físicas del sistema (Allan, 1995).

En términos generales, el listado de taxa reúne la representación de 12 géneros pertenecientes a dos divisiones algales, distribuidos de la siguiente forma, dos representantes de las algas verde-azules y la Bacillariophyta o diatomeas, que presentó el mayor número de representantes, con 10 taxas diferentes.

Las diatomeas pertenecientes a la familia naviculaceae pueden crecer en aguas turbias y están adaptadas a corrientes que presenten altos caudales o a sistemas con alta incidencia de arrastre de sedimentos o influenciados por importantes escorrentías.

El perfil de densidades y la riqueza numérica proyectan a las quebradas La Seca y Niquía como cuerpos de agua alterados por contaminación orgánica y a los sitios Rodas y río Medellín debido a la baja densidad y riqueza registrada, como lugares que no favorecen el establecimiento de algas perifíticas debido posiblemente a causas de contaminación química o factores físicos adversos como alto caudal y velocidad, poca penetración de luz o ausencia de sustratos fijos en estas corrientes.

3.2.6 Hidrogeología

De acuerdo con los estudios realizados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá⁶, en el Valle de Aburrá se identifican dos acuíferos: uno libre y otro confinado.

El acuífero libre se encuentra en todo el Valle de Aburrá, presentando su máxima amplitud en los municipios de Medellín, Itagüí y Envigado, con notorios adelgazamientos en los sectores de Francisco Antonio Zea y en los Ancones Sur y Norte. Posee un espesor entre 0 y 99 m con una media de aproximadamente 36,7 m.

El acuífero semiconfinado se encuentra en la zona sur del Valle, desde Sabaneta hasta Medellín, el cual presenta espesores muy variables, llegando hasta espesores de 2 m.

Estos acuíferos están asociados a las formaciones aluviales del río Medellín y sus principales afluentes cerca a la confluencia con el río

En el mismo estudio⁷ se definen dos formas de recargas: directa e indirecta. La primera corresponde a las zonas de infiltración por precipitación y a los contactos entre las unidades acuíferas y las rocas encajantes. La recarga indirecta se presenta en las formaciones superficiales con propiedades aptas para la recarga ubicadas en la zona rural del Valle.

3.2.7 Geotecnia

- **Estratigrafía detallada**

⁶ Estudio de Zonas de Recarga de Acuíferos del Valle de Aburrá. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. 2001

⁷ Ibid

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

El lote donde se construirá la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Bello se localiza en la transición entre la ladera occidental del Valle del Aburrá y la llanura aluvial del río Medellín, sector conformado por espesas secuencias sedimentarias de variado origen y composición.

- **Parámetros sísmicos**

En el mapa de Amenaza Sísmica de Colombia, el Municipio de Bello se encuentra localizado en una zona de amenaza sísmica intermedia, ya que a nivel histórico no ha sido asociado a sismos de gran magnitud.

3.2.8 Atmósfera

- **Clima**

a) Temperatura

Para este estudio se instaló en la Subestación eléctrica Bello, una estación meteorológica marca DAVIS modelo VANTAGE PRO 2, mediante la cual se evaluaron los parámetros de temperatura, humedad, presión barométrica, velocidad del viento, dirección del viento y lluvias, durante el período comprendido entre el 14 de abril de 2007 y mayo 15 de 2007.

Con esa estación se encontró que la temperatura media de la zona es de 22,6°C, con máximos de 34,6°C el 11 de mayo a las 14:15 horas y un mínimo de 16,2°C el 14 de abril a las 6:30 horas.

b) Humedad Relativa

Los datos obtenidos en la estación meteorológica muestran que la humedad relativa promedia es del 76,7%, con variaciones que van desde el 28% al 98%.

c) Evapotranspiración

En el estudio del Plan de Ordenación de la cuenca del río Aburrá se estimó la evapotranspiración, encontrándose que varía entre 890 mm/año a 1.150 mm/año. La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Bello se encuentra en la zona con menor evapotranspiración (890 mm/año).

d) Vientos

Predominan los vientos que vienen del Este Noreste y Este con una leve incidencia de los vientos que vienen del Noreste y Sureste, con una velocidad promedio de 0.30 m/s. Es importante resaltar que en las 792 horas evaluadas, el 52,74% del tiempo se presenta un estado de calma en el régimen de vientos. Su velocidad promedio es de 2,8 m/s, con máximos de 4,9 m/s

- **Calidad del aire**

Con el fin de conocer las concentraciones de Partículas Suspendidas Totales (PST), Dióxido de Nitrógeno y Azufre (NO₂ y SO₂), Monóxido de Carbono (CO), Ácido Sulfhídrico (H₂S), se realizó un muestreo en la zona de influencia de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, con puntos distribuidos alrededor del lote.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

Todos los resultados muestran que los parámetros se encuentran por debajo de los límites establecidos en la normatividad colombiana.

- **Ruido**

Los resultados muestran que la zona se encuentra en los límites de las normas, o en muchos casos la superan, tanto en período diurno como en el nocturno, con excepción de los puntos localizados en el barrio Navarra y en la portería sur del Lote de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, que cumplen con la norma establecida para el período diurno.

3.3 MEDIO BIÓTICO

3.3.1 Flora

- **Zonas de vida**

El área de estudio se encuentran en la zona de vida Bosque húmedo premontano (bh-PM): Tierra cafetera húmeda. Sus límites climáticos generales son una temperatura media entre 18°C y 24°C, un promedio anual de lluvias entre 1.000 y 2.000 mm. Los bosques naturales en esta zona de vida fueron prácticamente talados para dar paso a la agricultura, la ganadería y de ellos quedan muy pocos relictos de guaduales (*Guadua angustifolia*) en sitios esporádicos. En las orillas de los ríos y quebradas crecen en grupos la cañabrava (*Gynerium sagittatum*), sauces (*Salix sp.*, *Tessaria integrifolia*) y eucaliptos (*Eucalyptus globulus*), entre otros

- **Coberturas vegetales**

Para la clasificación de grupos y categorías de coberturas, se tuvo en cuenta los sistemas de clasificación ampliamente desarrollados en Colombia y que fueron propuestos por Rodríguez et al. (2004) e IGAC (1994). En la Tabla 3.2 se presenta el listado de coberturas del área de influencia del proyecto.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

Tabla 3.2. Coberturas vegetales del área de influencia de la planta

Grupo de cobertura	Categoría	Símbolo
Pastizal o Herbazal	Pastizal arbolado denso	PA1
	Pastizal arbolado ralo	PA2
Misceláneos	Rastrojos y pastos	M1
	Pastos y rastrojos	M2
	Pastos, rastrojos y cultivos	M3
Infraestructura	Vías e infraestructuras	UP

- **Componente florístico**

Para la caracterización florística de las coberturas identificadas en la planta, se realizó un inventario del 100% de área del proyecto, equivalente a 40,71 hectáreas. En total se inventariaron 5.270 individuos en toda el área muestreada, representados en 81 especies, 71 géneros y 37 familias. La cobertura con mayor número de especies e individuos fue la miscelánea rastrojos y pastos (M1), con 63 y 2.980 respectivamente, seguida por la M2 con 42 especies y 1.350 individuos.

En la Tabla 3.3, se resumen los parámetros y resultados generales del inventario por cada cobertura.

Tabla 3.3. Resumen de parámetros del inventario en cada cobertura.

PARÁMETRO	COBERTURA					
	M1	M2	M3	PA1	PA2	Total
Volumen total (m ³)	853,937	104,520	78,030	81,175		1117,66
Volumen comercial (m ³)	599,363	65,494	44,276	52,447		761,58
Área basal (m ²)	87,193	13,716	10,383	9,867		121,16
Número de especies total	63	42	28	26	22	81
Número de individuos totales	2979	1350	559	360	22*	5270
Número de individuos con DAP>10	866	242	140	94		1342
Área inventariada total (ha)						40,71

* En esta cobertura se hizo una observación de las especies presentes, sin tener en cuenta el número de individuos por cada especie. Lo anterior debido al uso que se pretende dar al polígono, el cual es de conservación y de asegurar el proceso de sucesión vegetal.

Las especies de mayor relevancia en el muestreo fueron en su orden el caña fístula (*Senna spectabilis*) con 921 individuos, leucaena (*Leucaena leucocephala*) con 439 plantas, chiminango (*Pithecellobium dulce*) con 429 individuos, seguido por *Acnistus sp.* (374), búcaro (*Erythrina fusca*) con 331 y uña de gato (*Zanthoxylum fagara*) con 303 individuos. Las demás especies sumadas tienen una participación en la frecuencia relativa inferior al 30%.

E búcaro (*Erythrina fusca*) presentó la mayor dominancia relativa entre las 81 especies con cerca del 44% del área basal y el 38,1% del volumen total estimado para todos los individuos. En segundo lugar se encuentra el eucalipto (*Eucalyptus sp.*) con 8,8% de área basal, equivalente a 10,71 m² y con 16,05% del volumen total, que equivale a 179,4 m³ de madera.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

3.3.2 Fauna terrestre

Para su caracterización se realizó un trabajo de campo, el cual complementó la información secundaria existente. Entre los resultados mas importantes del estudio se tienen:

- Se registraron en total 64 especies de aves, pertenecientes a 26 familias; el listado de especies incluyó 3 especies migratorias. La mayoría de los registros fueron determinados mediante avistamientos directos dentro del área de estudio y se capturaron 24 especies; los registros indirectos (vocalizaciones y entrevistas) pudieron complementar eficazmente este listado.
- Las familias de aves que registraron un mayor número de especies fueron: Tyrannidae con 11 especies (17%), Emberizidae con 7 especies (11%), Picidae con 5 especies (8%), Psittacidae con 4 especies (6%). Dentro de las familias restantes se observaron principalmente una o dos especies.
- El mayor número de especies fue encontrado para la avifauna, que constituye el grupo faunístico mayormente representado con respecto a los otros vertebrados estudiados (herpetofauna y mamíferos), y pueden considerarse así mismo como el que mejor refleja las condiciones de intervención del paisaje. La mayor parte tiene un amplio rango de hábitat dentro del área, y en un porcentaje elevado corresponde a invasoras de áreas taladas. Son, además, mayoritariamente insectívoras, un tipo de alimento que se observa particularmente abundante en zonas de alta intervención.
- La comunidad de mamíferos de la zona estuvo representada por 12 especies pertenecientes a 10 familias. La mayoría de los registros fueron obtenidos a partir de entrevistas a los habitantes locales corroborados con la información bibliográfica.
- Se registraron 12 especies de herpetofauna, pertenecientes a 9 familias, basado en avistamientos, entrevistas y revisión bibliográfica. Las especies encontradas son principalmente especies tolerantes a sitios abiertos y perturbados. Las fuentes de agua presentes en la zona se hallaron muy contaminadas, por lo que no pudo realizarse ningún avistamiento de anfibios.
- No se encontró ninguna especie listada en los libros rojos de especies amenazadas, por el contrario las especies encontradas son principalmente generalistas y de fácil adaptación a las condiciones impuestas por el ambiente, que aprovechan las pocas zonas verdes y corredores de vegetación para sus desplazamientos en busca de alimento, refugio y sitios de anidación.

3.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

3.4.1 Contexto Regional

- **Generalidades**

En la **Tabla 3.4** se presentan las características generales de los municipios de Bello y Copacabana.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

Tabla 3.4. Generalidades municipios de Bello y Copacabana

Municipio	Año Fundación	Extensión (Km ²)	C/tos	Veredas	Altura (msnm)	°C	Distancia a Medellín
Bello	1676	142,3	1	15	1 450	22	10
Copacabana	1615	70	0	15	1 425	23	18

Fuente: Planes de Ordenamiento Territorial, Planes de Desarrollo y Anuarios estadísticos de Bello y Copacabana

- **Demografía**

- a) **Distribución y densidad de la población**

De acuerdo con los resultados del censo 2005, la población total estimada del Valle de Aburrá es de 3.306.490 habitantes, con una alta concentración en el área urbana (94,5%). De acuerdo con esta misma fuente, la población total estimada de Bello y Copacabana, es de 432.825 habitantes que corresponden al 13,1% del total de población de los 10 municipios que se encuentra en el Valle de Aburrá, con altas proporciones en el área urbana (96.4% y 86.3% respectivamente), como se puede observar en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5. Distribución de la Población en el área Metropolitana.

	Total	Cabecera	%	Resto	%	Nivel de Participación
Valle de Aburrá	3.306.490	3.125.675	94,5	180.815	5,5	
Medellín	2.216.830	2.178.017	98,2	38.813	1,8	67,0
Demás municipios	656.835	536.690	81,1	120.145	18,3	19,9
Bello	371.591	358.139	96,4	13.452	3,6	11,2
Copacabana	61.234	52.829	86,3	8.405	13,7	1,9
	432.825	410.968		21.857		13,1

Fuente: Censo DANE, 2005. Población conciliada a Junio 30 de 2005 y distribuido el 22 de Mayo de 2007

- b) **Crecimiento poblacional**

De acuerdo con los datos de los Censos de 1964, 1973, 1985, 1993 y 2005, en los municipios del Valle de Aburrá, incluidos Bello y Copacabana, se observa un incremento progresivo de la población, aunque con altibajos, como en el caso particular del periodo 1985 – 1993, donde se observan valores de crecimiento positivos, pero por debajo de las tasas de los demás periodos analizados, lo que podría estar relacionado con la tensión generada a raíz de la fuerte dinámica del narcotráfico que caracterizó esta época

- **Dimensión espacial**

- a) **Servicios públicos**

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

Por su localización en el Valle de Aburrá, los municipios de Bello y Copacabana presentan un muy buen nivel de prestación de servicios públicos, con altos índices de cobertura y eficiencia. Las zonas rurales presentan la menor cobertura en todos los servicios, siendo el de agua potable el de menor acceso, acompañado de los servicios de alcantarillado y gas respectivamente. Por su parte la energía eléctrica es el servicio de mayor cobertura en las zonas rurales y urbanas.

b) Salud

En el año 2005, en el municipio de Bello el perfil de morbilidad general muestra como primera causa de consulta (externa y urgencias) la hipertensión arterial. Siguen en orden las consultas de atención y supervisión del proceso de embarazo, parto y puerperio.

Por su parte en el municipio de Copacabana, la primera causa de consulta (externa y de urgencias) está relacionada con enfermedades del sistema circulatorio, con 11.787 casos, que representan una participación del 15,66%.

c) Mortalidad

En el municipio de Bello, las enfermedades isquémicas del corazón, los homicidios, y las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores ocupan, en su orden, los tres primeros lugares en frecuencia.

En Copacabana la mayor causa de mortalidad en el municipio está asociada al deterioro de la convivencia ciudadana, que se traduce en índices de mortalidad debidos a causas violentas, seguido por las enfermedades del corazón generaron en Copacabana 51 casos de mortalidad.

d) Educación

Las tasas de analfabetismo dentro de la población mayor de 15 años en los municipios de Bello y Copacabana son relativamente bajas, pero al igual que en el resto de municipios del departamento, existen indicadores de mayores proporciones de población analfabeta en la áreas rurales, donde de manera recurrente hay una mayor deficiencia de infraestructura educativa, personal docente, y por supuesto menor inversión en el sector.

e) Déficit de vivienda

De acuerdo con los datos ajustados del Censo, la relación entre viviendas y hogares reporta una diferencia de 1.867 unidades de vivienda faltantes en Bello y 395 en Copacabana, existiendo un claro déficit por hacinamiento, que se concentra preferencialmente en los barrios de estratos 1 y 2.

• Dimensión económica

a) Actividades económicas

De acuerdo con los resultados del Censo 2005, el sector comercio absorbe la mayor parte de la población ocupada, con proporciones cercanas al 50% en ambos municipios, seguido del sector servicios, como se observa en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6. Unidades económicas por tipo de actividad

Sector económico	Bello (%)	Copacabana (%)
Comercio	46,9	48,8
Servicios	24,8	26,8

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

Industria	11,7	11,5
Otras	10,2	7,4
Sin información	6,4	5,5

Fuente: DANE. Censo 2005.

b) Condiciones de vida

Conforme a los datos disponibles del DANE y el DAP para el año 2005, los indicadores de calidad de vida para el Valle de Aburrá señalan una proporción del 36,52% de miseria y pobreza. Dentro de este contexto, ambos municipios se ubican en el mismo rango (medio, entre 30% y 60%), sin embargo, con los valores de 44,26% y 34,31% para Bello y Copacabana respectivamente, estaría indicando un mayor grado de criticidad de la calidad de vida para el primero.

• Dimensión Cultural y política

a) Ocupación del territorio

Si bien el proyecto se ejecutará en áreas sin desarrollar del municipio de Bello, la zona se inscribe dentro de un contexto de ocupación completamente citadino, donde a pesar de las diferencias en la condición socioeconómica de sus pobladores, podría hablarse de la existencia de un perfil de mezcla cultural urbana. Esta categoría denota a las gentes que habitan la zona de expansión urbana de los municipios de Bello y Copacabana, con un modelo de vida completamente articulado a la dinámica urbana del Valle de Aburrá, y que se expresan en un enorme sincretismo cultural, producto de la afluencia y la mezcla de población de diversas regiones del departamento y del país.

b) Organización social y participación en Bello y Copacabana

Los municipios asociados al área de estudio, tienen amplia experiencia en procesos de organización y participación social, especialmente el municipio de Bello, donde además de las Juntas de Acción Comunal (JAC), ha tenido una larga tradición de movimientos sindicales, especialmente textileros y aún de cooperativas de trabajadores. Estas últimas, estuvieron inicialmente asesoradas por diversas empresas textiles, pero en los últimos 20 años se convirtieron en importantes cooperativas de ahorro y crédito, algunas incluso con presencia metropolitana, como es el caso de COTRAFA.

No obstante, las organizaciones sociales más difundidas siguen siendo las Juntas de Acción Comunal, a pesar de la recurrente debilidad en procesos de autogestión y autonomía; se nota el aumento del clientelismo por parte de sectores políticos, que ven en este tipo de organizaciones comunitarias un buen escenario para esta clase de prácticas, que desvirtúan el verdadero sentido de la participación social, y que generan problemáticas como la corrupción, el poco apoyo por parte de la ciudadanía y la desconfianza hacia los mismos canales de participación comunitaria.

• Contexto arqueológico

Dentro de este contexto y desde el punto de vista cultural e histórico, un primer periodo de la ocupación del Valle, estaría relacionado con la existencia de grupos humanos que al parecer ocuparon la región desde varios milenios atrás. Un segundo momento estaría definido por un modelo de vida sedentario, típico de grupos humanos con un amplio rango de estrategias económicas, como la agricultura, la minería, y sobre todo la existencia de la alfarería, cuyos productos han constituido el principal insumo para la identificación de las diferentes culturas

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

arqueológicas. Sobre los orígenes culturales de este periodo cerámico, podría decirse que en el Valle de Aburrá se remontan por lo menos al siglo X antes de Cristo.

Si bien todavía no es claro el origen de estas sociedades agroalfareras en el Valle del Aburrá, se sabe que se trata de grupos humanos de vocación fundamentalmente agrícola, al parecer con desarrollos que generaron procesos de diferenciación social y cultural, expresados en las tradiciones cerámicas denominadas “Ferrería”, “Marrón Inciso” y “Tardío”, que han constituido el principal referente para su caracterización arqueológica.

3.4.2 Contexto Local

- **Distribución de la población y densidades por barrios y comunas**

La comuna 8 tiene una mayor participación poblacional dentro del total de la cabecera, después de la comuna 4 – Suárez -, que incluye el sector central del municipio, situación que por supuesto se traduce también en una alta densidad de ocupación.

La comuna 9 - Fontidueño - presenta una baja participación con apenas un 3,80% del total de la población urbana de Bello, y una densidad relativamente alta, lo que podría explicarse por su localización sobre la otra margen del río Medellín, a la que solo se accede por los puentes de Zamora o de Machado.

La comuna 8 – Niquía-, tiene una densidad bruta promedio de 394,47 habitantes por hectárea. A pesar de su gran extensión, a finales del año 2003, esta comuna tenía poca población, pero con la aparición de nuevas urbanizaciones, rápidamente incrementó su densidad de habitantes por hectárea, con la construcción de al menos 2.811 nuevas unidades habitacionales.

En el caso de los barrios del occidente de Copacabana, que integran el área de influencia local del proyecto, Machado presenta la mayor participación en la distribución de la población total urbana del municipio con el 11,62%; sin embargo, por su tamaño territorial, su valor de densidad es relativamente bajo, alcanzando apenas 53,3 personas por hectárea. Debe decirse sin embargo, que este valor corresponde a una densidad bruta, ya que la población se concentra esencialmente en un núcleo de población contiguo al barrio Fontidueño (Bello), sobre la parte baja del barrio, a orillas del río Medellín.

- **Servicios sociales**

- a) **Salud**

Si bien es reiterada la queja de la población sobre el incremento creciente de enfermedades respiratorias y de la piel, producto de las emisiones de contaminación por parte de las diferentes empresas que existen en la zona, las opiniones de los representantes de la salud del municipio dicen lo contrario; los estudios realizados por la Secretaría de Salud de Bello y el registro de atención de consulta del Centro de Salud de Fontidueño, muestran que esta población no registra un nivel de consulta más alto que el de otras comunas del municipio de Bello, ni siquiera en cuanto al tipo de enfermedades en cuestión.

- b) **Educación**

En relación con la infraestructura educativa disponible en el entorno inmediato del proyecto, puede decirse que en la comuna Fontidueño se encuentran ubicadas varias instituciones

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

educativas, siendo la más representativa la Institución Educativa de Trabajo San José, centro de gran tradición e importancia en el Valle de Aburrá, donde se reciben, capacitan y resocializan consumidores habituales de drogas o jóvenes infractores, remitidos por jueces de menores.

- **Conflicto social**

Al respecto, debe decirse que en la actualidad existen situaciones conflicto que puede reactivarse con la construcción y operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello. En el ámbito del área de estudio local, las comunidades mantienen viva la imagen de la fuerte incidencia de los efectos ambientales derivados del recién clausurado Relleno Sanitario Curva de Rodas, además de los impactos que actualmente se viene generando con la presencia de empresas de curtiembres.

3.4.3 Área de estudio puntual

El área de estudio puntual del proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, es el lote ubicado en el municipio de Bello, al norte del Valle de Aburrá, el cual tiene una extensión de 45 hectáreas, delimitado por las quebradas Niquía al Noreste y La Seca al Suroeste, la Autopista Norte o Troncal de Occidente al Noroeste y el río Medellín al Sur.

Este predio, denominado Las Pistas, propiedad de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P., hoy constituye un espacio abierto para la recreación y el deporte de numerosos pobladores, no solo de Bello y Copacabana, sino también de otros municipios del Valle de Aburrá, que fundamentalmente los fines de semana se desplazan al lugar para disfrutar de las diversas actividades recreativas que de manera informal se efectúan en el sitio, o simplemente para disfrutar del deporte y del tiempo libre.

Al lado de esta dinámica que tiene lugar esencialmente los fines de semana, ha surgido también una intensa actividad económica informal, por parte de algunos pobladores que desde hace algunos años ocupan el sitio, o que semanalmente se desplazan a “las pistas” desde sus lugares de origen, incluso desde municipios vecinos, para vender sus productos a los visitantes.

Debe aclararse que en ninguno de los casos, y no obstante el tiempo de permanencia del predio, poseen títulos de propiedad, en vista de que el proceso de ocupación se fue dando mediante la apropiación y uso del mismo (invasión).

También existe un grupo de productores o quemadores de carbón, conformado al menos por 18 personas, que habitan o se desplazan al sitio desde Bello, Copacabana, o desde barrios aledaños como Fontidueño, Machado, Niquía, y Las Vegas, para laborar en la producción de carbón vegetal. Están distribuidos en dos grupos de trabajo; el primero ubicado cerca de la gallera, y el segundo contiguo a la Subestación Eléctrica de Bello, en el costado Sur del predio.

4. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO O AFECTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

Para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello (PTAR Bello) se requieren solicitar los siguiente permisos de:

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

- Permiso de ocupación de cauce.
- Permiso de vertimiento.
- Permiso de aprovechamiento forestal.

5. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Con los resultados obtenidos en la caracterización del medio (capítulo 3), se realizó la identificación y evaluación de los impactos ambientales que generará la construcción y operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello.

Para ello se realizaron dos tipo de evaluaciones:

- Una evaluación cualitativa, con el fin de determinar la importancia del impacto y así poder definir la forma como se atenderá el impacto, para lo cual se utilizó la metodología desarrollada por Conesa⁸
- Una evaluación cuantitativa de dos de los componentes del medio, Aire y Agua, que se verán afectados directamente por la operación de la Planta, y que están asociados a dos de los impactos más importantes que puede originar el Proyecto: Cambios en la calidad del agua y generación de olores.

En la Tabla 5.1 y la Tabla 5.2 se presentan los resultados de la evaluación cualitativa de los impactos, donde resaltan lo siguiente:

Tabla 5.1. Matriz de evaluación

Actividades	Elementos	Aire		Agua		Suelo		Ecosistemas terrestres		Ecosistemas acuáticos		Cultural		Demografía		Economía		Política		
		Concentración de material particulado, gases y olores	Nivel de presión sonora	Dinámica fluvial	Calidad fisicoquímica	Propiedades físicas y químicas	Paisaje	Biocenosis	Biotopos	Biocenosis	Biotopos	Arqueología y patrimonio cultural	Ejes articuladores	Dinámica poblacional	Servicios sociales y públicos	Salubridad	Actividades económicas	Empleo	Relaciones de poder	Organizaciones y gestión comunitaria
Actividades previas													x						x	x
Etapas de construcción																				
Contratación de mano de obra															x		x	x	x	x
Remoción de vegetación y descapote		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								
Excavaciones superficiales		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								
Disposición de sobrantes de excavación		x	x		x	x	x			x	x									
Transportes y acarreos		x	x												x	x			x	x
Vaciado de concretos					x	x	x			x	x									
Construcción y operación de campamentos y talleres					x	x				x	x									
Etapas de operación del proyecto																				
Operación del proyecto		x	x	x	x					x	x						x	x	x	x
Disposición de lodos					x	x	x	x	x							x			x	x

- Se identificaron 20 impactos, de los cuales cuatro son positivos, todos del medio social. Hay otros dos impactos, modificación de la calidad del agua y modificación del biotopo y biocenosis acuático, que son negativos durante construcción y positivos durante operación.

⁸ Vicente Conesa Fernandez. Guía Metodológica para la evaluación del Impacto ambiental. 1995

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

De esos 20 impactos, seis son del Medio Físico, tres son del Medio Biótico y once del Medio Social.

Tabla 5.2. Jerarquización de los impactos identificados

Impacto	Parámetro	Naturaleza	Extensión [EX] (área de influencia)	Intensidad [I] (grado de incidencia)	Momento	Duración (DU) (permanencia del efecto)	Reversibilidad [RV]	Sinergia [SI] (regularidad de la manifestación)	Acumulación [AC] (Incremento progresivo)	Efecto [EF] (relación causa - efecto)	Periodicidad [PR] (regularidad de la manifestación)	Recuperabilidad [MC] (reconstrucción por medios humanos)	Importancia Ambiental
Alteración de la calidad del aire		-1	2	1	6	4	1	2	4	4	4	1	-33
Modificación de la calidad del agua (Construcción)		-1	2	1	4	1	1	2	4	4	1	1	-25
Modificación de la calidad del agua (Operación)		1	8	10	4	4	4	2	4	4	4	8	80
Afectación de la dinámica del río		-1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	2	-31
Alteración de las propiedades químicas y físicas del suelo		-1	1	12	4	4	4	1	1	4	4	4	-64
Modificación del paisaje		-1	2	2	4	4	4	2	1	4	4	4	-37
Modificación de las propiedades químicas y físicas del suelo por disposición de lodos		-1	8	2	6	4	2	2	4	4	2	4	-50
Modificación del biotopo y de la biocenosis terrestre		-1	2	1	4	4	2	2	4	4	4	2	-33
Modificación del biotopo y de la biocenosis acuático (construcción)		-1	4	1	4	2	1	2	4	4	1	1	-30
Modificación del biotopo y de la biocenosis acuático (operación)		1	4	4	1	4	4	2	4	4	2	1	42
Cambios en la cobertura vegetal		-1	1	4	4	4	4	2	1	4	4	4	-41
Generación de expectativas		-1	2	4	4	2	4	4	4	4	2	2	-42
Molestias causadas a la comunidad		-1	2	2	2	4	4	2	4	4	4	4	-38
Desplazamiento de viviendas y familias		-1	1	4	8	4	4	4	2	4	4	4	-48
Afectación de actividades económicas		-1	1	4	8	4	4	2	1	4	4	4	-45
Valorización del área de influencia directa e indirecta del proyecto		1	2	2	2	2	2	4	1	1	1	1	24
Afectación de áreas recreativas y de esparcimiento		-1	2	4	4	4	4	2	1	4	4	4	-43
Generación de empleo		1	4	1	2	2	2	2	4	4	4	4	35
Cambio en la calidad de vida		1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	52
Afectación del patrimonio arqueológico		-1	1	4	4	4	4	1	1	4	1	4	-37
Cambios en las condiciones de movilidad		-1	2	2	4	4	2	1	4	4	2	2	-33
Cambio en los niveles de gobernabilidad		1	4	4	4	4	2	2	4	4	4	2	46

	Positivo		Severo
	Irrelevante		Crítico
	Moderado		

- El mayor impacto causado por la construcción y operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello es positivo, y está relacionado con la modificación de la calidad del agua del río Medellín durante la operación, que obtuvo una calificación de la importancia ambiental del impacto de 80, lo cual refleja los beneficios que traerá al ecosistema y los habitantes del Valle de Aburrá la ejecución de este proyecto.
- De los otros impactos positivos, uno se clasificó como Severo, Cambio en la calidad de vida (52); tres se clasificaron como moderados: Modificación del biotopo y biocenosis acuático en operación (42), Generación de empleo (32), Cambios en los niveles de gobernabilidad (46), y uno se considera irrelevante: Valorización del área de influencia directa e indirecta del proyecto (24).

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

- De los impactos negativos, solo uno obtuvo una calificación de Severo, Alteración de las propiedades químicas y física del suelo (64), que identifica la destrucción del suelo existente en el lote donde se construirá la Planta. Aunque el efecto es puntual. Los otros impactos negativos son moderados, con excepción de la Modificación de la calidad del agua durante construcción que es irrelevante, dadas las condiciones actuales de calidad.
- El otro impacto negativo importante del Medio Físico es la Modificación de las propiedades químicas y físicas del suelo por disposición de lodos, que obtuvo una calificación de 50, en el límite entre Moderado y Severo, para el cual se deberá diseñar un programa para su tratamiento y disposición final.
- En el Medio Físico todos los impactos pueden ser manejados con un Programa de Manejo, con excepción de la Alteración de las propiedades químicas y física del suelo. Por lo tanto se debe compensar.
- Los cuatro impactos del Medio Biótico son moderados y pueden ser Prevenidos, Controlados o Mitigados mediante un Programa de Manejo.
- En el Medio Social hay cuatro impactos negativos que no pueden evitarse, por lo que se deberá compensar (Desplazamiento de Población, Afectación de actividades productivas, Afectación de áreas recreativas y de esparcimiento y Afectación del patrimonio Arqueológico), aunque todos ellos se clasificaron como Moderados.
- Los otros tres impactos del Medio Social (Generación de expectativas, Molestias causadas a la comunidad, Cambios en las condiciones de movilidad), deberán ser manejados mediante una estrategia de prevención para evitar el surgimiento de problemas, que en un momento dado pueden obstaculizar la construcción y operación del proyecto.
- Analizando los elementos del medio, se encuentra que el de mayor afectación es la Calidad físico-química del agua, que es afectada por siete actividades, seguido por Propiedades físico-químicas del suelo y Biocenosis y Biotopos acuáticos que la modifican seis actividades, y alterados por cinco se encuentran los elementos Concentración de material particulado, gases y olores, Nivel de presión sonora, Paisaje, Relaciones de poder, Organizaciones y gestión comunitaria.
- Si se analizan las actividades se encuentra que la Remoción de vegetación y descapote y las Excavaciones superficiales afectan 11 elementos del medio, seguido por la Operación de la Planta que modifica 10 elementos, y la Disposición de lodos que altera 8.

6. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

Para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, se desarrollaron dos zonificaciones:

- Una dentro del lote, que se basó exclusivamente en la cobertura vegetal existente, dado que las condiciones de los componentes del medio físico son similares en toda el área de estudio.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

- La segunda es externa al lote, basada en las características de la población asentada en los alrededores de la planta, las condiciones de operación de la planta, y el régimen de vientos.

6.1 ZONIFICACIÓN INTERNA

Para la zonificación, se consideró la cobertura vegetal como el elemento que aporta mayor información con respecto al estado de conservación de los ecosistemas terrestres en el área de influencia del proyecto.

En la caracterización se delimitaron y muestrearon las categorías de coberturas existen en el lote donde se construirá la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, a partir de las cuales se determinaron los rangos de sensibilidad que se muestran en la Tabla 6.1, cuyos rangos fueron definidos por la composición y estructura, considerando que a mayor complejidad mayor oferta de recursos.

Tabla 6.1. Rangos de sensibilidad para la dimensión biótica

Grupo de cobertura	Categoría	Símbolo	Categoría sensibilidad
Pastizal o Herbazal	Pastizal arbolado denso	PA1	Media
	Pastizal arbolado ralo	PA2	Media
Misceláneos	Rastrojos y pastos	M1	Alto
	Pastos y rastrojos	M2	Media
	Pastos, rastrojos y cultivos	M3	Baja
Infraestructura	Vías e infraestructuras	UP	Baja

6.2 ZONIFICACIÓN EXTERNA

Para la zonificación externa se consideraron los siguientes elementos:

- Barrios que se encuentran alrededor de la planta, con sus características socioeconómicas y culturales generales (historia y permanencia de los asentamientos, niveles de participación en organizaciones, calidad de vida de sus pobladores).
- Impactos que ocasiona la operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello. Como se menciona en el capítulo 5 de este estudio, la planta durante operación genera impactos negativos en la calidad del aire, debido a la generación de olores y ruido.
- Condiciones climatológicas. De acuerdo con la caracterización de la línea base, en la zona predominan los vientos que vienen del Este Noreste y Este con una leve incidencia de los vientos que vienen del Noreste y Sureste.

Con base en estos tres criterios, se definen los siguientes rangos de sensibilidad:

- Sensibilidad Alta. Aquellas zonas que tienen experiencia en procesos de participación y organizaciones comunitarias, que podrán ser afectadas por los olores y ruido generado en la Planta, dado que se encuentran localizados en una dirección predominante del viento. Dentro de esta categoría se clasifica la Comuna 9 -

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

Fontidueño (Fontidueño, Alcalá, La Camila y Las Vegas) del municipio de Bello, y los barrios Machado, El Remanso y La Misericordia de la zona Occidental del Municipio de Copacabana.

- Sensibilidad Media. Aquellas zonas que tienen experiencia en procesos de participación, pero que no se encuentran en la dirección predominante del viento. O sectores que se encuentran en las zonas predominantes del viento pero que no tienen experiencia en procesos de participación. En este rango se encuentran los barrios La Navarra y Guasimalito de la comuna 9 del municipio de Bello.
- Sensibilidad Baja. Sectores que no se encuentran dentro de la dirección predominante del viento y que no tienen experiencia en procesos participativos. Los barrios Ciudad Niquía, Ciudadela del Norte, Hermosa Providencia, Panamericano y el sector denominado Terranova se encuentran dentro de este rango.

7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En este capítulo se presenta el Plan de Manejo Ambiental, que se basa para su formulación, en la identificación y evaluación de los impactos ambientales generados por la construcción y operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Bello. Este Plan contiene unas medidas, que pueden ser de manejo, prevención, mitigación, control, protección, vigilancia o compensación, y la forma, momento y lugar donde deben ser aplicadas, para controlar los impactos identificados.

El Plan de Manejo consta de dos partes: en la primera se define la estructura que deberá garantizar el cumplimiento de los programas y proyectos que conforman el Plan (grupos de Interventoría y Gestión Ambiental), que es el segundo componente.

En la **Tabla 7.1** se presenta un compendio de los costos del Plan de Manejo ambiental, incluyendo los costos del Plan de Monitoreo y del Plan de Contingencia.

Tabla 7.1 Costos del Plan de Manejo Ambiental

Programa	Impactos por controlar	Costos ⁹ (\$)
Grupo de Interventoría Ambiental		688.000.000
Grupo de Gestión Ambiental		1.214.000.000
Programa para el manejo de emisiones de fuentes fijas y móviles	– Alteración de la calidad del aire – Molestias causadas a la comunidad – Valoración del área de influencia directa e indirecta del proyecto	7.029.148.098
Programa para el manejo de residuos líquidos	– Modificación de la calidad del agua – Alteración de las propiedades químicas y	Incluidos dentro de la obra civil del proyecto

⁹ La estimación de los costos se presenta en cada uno de los programas que conforman el Plan de Manejo

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

	físicas del suelo – Afectación de la dinámica del río	
--	--	--

Tabla 7.1 Costos del Plan de Manejo Ambiental. (Continuación)

Programa	Impactos por controlar	Costos (\$)
Programa para el manejo de residuos sólidos	– Alteración de la calidad del aire – Modificación de la calidad del agua – Alteración de las propiedades químicas y físicas del suelo – Molestias causadas a la comunidad	2.000.000
Programa para el manejo del transporte y el almacenamiento de materiales y equipos	– Alteración de la calidad del aire – Molestias causadas a la comunidad – Cambios en las condiciones de movilidad	Incluidos dentro de la obra civil del proyecto
Programa de arborización y revegetación	– Modificación del paisaje – Alteración de las propiedades físicas y químicas del suelo – Cambios en la cobertura vegetal	430.406.156
Programa de manejo para la remoción de cobertura vegetal y descapote	– Alteración de las propiedades físicas y químicas del suelo – Cambios en la cobertura vegetal	298.350.000
Programa para el manejo y control del producto de compostaje de los biosólidos	– Modificación de las propiedades químicas y físicas del suelo por disposición de lodos	25.496.811.979
Programa de educación ambiental	– Todos los impactos identificados	79.560.000
Programa de información y participación comunitaria	– Generación de expectativas – Molestias a la comunidad – Generación de empleo – Afectación de áreas recreativas y de esparcimiento – Cambios en las condiciones de movilidad – Afectación del patrimonio arqueológico – Cambios en los niveles de gobernabilidad – Cambios en la calidad de vida.	175.560.000

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

Tabla 7.1 Costos del Plan de Manejo Ambiental. (Continuación)

Programa	Impactos por controlar	Costos (\$)
Programa de acompañamiento para la negociación de viviendas y reasentamiento de familias	– Desplazamiento de población – Afectación de actividades productivas	Los costos dependerán de la negociación que se haga
Programa de contratación de mano de obra	– Generación de empleo – Mejoramiento en la calidad de vida	Los costos son del personal que ejecutará el programa, que es el Grupo de Gestión Ambiental
Programa de monitoreo arqueológico	– Afectación del patrimonio arqueológico por las actividades del proyecto	13.100.000
Programa de pago por afectación de la actividad económica	– Afectación de actividades productivas	Los costos dependerán de la negociación que se haga
Programa de monitoreo y seguimiento		385.260.000
Plan de contingencia		149.580.000
TOTAL		35.902.076.233

Cada uno de los programas incluye: objetivos, metas, etapa de ejecución, impacto por controlar, tipo de medida, normatividad, lugar de aplicación, justificación, alcance, población beneficiada, descripción de actividades, mecanismos y estrategia participativa, instrumentos e indicadores de seguimiento, cronograma, presupuesto, responsable.

8. PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

Mediante el Plan de Monitoreo y Seguimiento se busca analizar la eficiencia y eficacia de los programas planteados en el Plan de Manejo Ambiental, lo que permitirá, si se requiere, ajustarlos a las nuevas condiciones que se vayan presentando durante la construcción de las obras, para alcanzar los objetivos definidos en cada uno de los programas y proyectos diseñados.

Para ello se diseñaron programas de monitoreo para los Medios Físicos, Bióticos y Sociales que permitan evaluar los resultados de los planes presentados en el capítulo 7, que se resumen en la Tabla 8.1.

Tabla 8.1. Programas de monitoreo

Programas del Plan de Manejo Ambiental	Programas Plan de Monitoreo y Seguimiento
Programa para el manejo de residuos líquidos	Programa de monitoreo de aguas residuales Programa de monitoreos de aguas superficiales Programa de monitoreo de comunidades bénticas
Programa para el manejo de emisiones de fuentes fijas y móviles.	Programa para el monitoreo de emisiones de fuentes fija y móviles
Programa para el manejo de residuos sólidos	Programa de monitoreos de aguas superficiales Programa de monitoreo de comunidades bénticas

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

Tabla 8.1. Programas de monitoreo (Continuación)

Programas del Plan de Manejo Ambiental	Programas Plan de Monitoreo y Seguimiento
Programa para el manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de canteras	Programa para el monitoreo de emisiones de fuentes fija y móviles Programa de monitoreos de aguas superficiales Programa de monitoreo de comunidades bénticas
Programa para el manejo del transporte y almacenamiento de materiales y equipos	Programa para el monitoreo de emisiones de fuentes fija y móviles Programa de monitoreos de aguas superficiales Programa de monitoreo de comunidades bénticas
Programa de arborización y revegetación	Programa de monitoreo para los programas de remoción de cobertura vegetal y descapote y programa de reforestación (arborización) y revegetación
Programa de manejo para la remoción de cobertura vegetal y descapote	Programa de monitoreo para los programas de remoción de cobertura vegetal y descapote y programa de reforestación (arborización) y revegetación
Programa de educación ambiental	Programa de monitoreo y seguimiento Medio Social
Programa de información y participación comunitaria	Programa de monitoreo y seguimiento Medio Social
Programa de acompañamiento para la negociación de viviendas y reasentamiento de familias	Programa de monitoreo y seguimiento Medio Social
Programa de contratación de mano de obra	Programa de monitoreo y seguimiento Medio Social
Programa de monitoreo arqueológico	
Programa de pago por afectación de la actividad económica	Programa de monitoreo y seguimiento Medio Social

Cada uno de los programas incluye: objetivos, metas, etapa de ejecución, impacto por controlar, lugar de aplicación, justificación, población beneficiada, descripción de actividades, instrumentos e indicadores de seguimiento, cronograma, presupuesto, responsable.

El costo total del Programa de Monitoreo y Seguimiento es de \$ 325.560.000 durante la etapa de construcción.

9. ANÁLISIS DE RIESGO Y PLAN DE CONTINGENCIA

La metodología empleada para el diseño de este plan se basó en la identificación de las amenazas más significativas, el análisis de vulnerabilidad de las mismas, la elaboración de programas específicos, en los cuales se detallan las acciones de prevención y atención.

Puede definirse como un evento o suceso que ocurre en la mayoría de los casos en forma repentina o inesperada, y causa alteraciones en los patrones normales de vida o actividad humana y el funcionamiento de los ecosistemas involucrados. Una contingencia puede

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

desencadenar una situación de emergencia, en la medida en que puede obligar a la activación de procedimientos de respuesta para minimizar la magnitud de sus efectos.

Para la evaluación del riesgo se utilizó la metodología planteada por Arboleda y Zuluaga¹⁰ que define el riesgo como:

$$R = A \times V = P \times I, \text{ donde}$$

- R = Valor cualitativo del riesgo.
- P = Probabilidad de ocurrencia de una amenaza = A.
- I = Intensidad o severidad de consecuencias potenciales V.

La amenaza se califica teniendo en cuenta los criterios definidos en la Tabla 9.1, que se basa en la probabilidad de ocurrencia del evento.

Tabla 9.1. Criterios de evaluación de la Amenaza

Categoría	Descripción	Puntos
Frecuente	Cuando puede suceder una vez cada año durante la vida útil del proyecto	5
Probable	Cuando puede suceder una vez cada cinco años	4
Ocasional	Cuando puede suceder una vez cada diez años	3
Remota	Cuando puede suceder una vez cada 25 años	2
Improbable	Cuando puede suceder una vez cada 50 años	1

Fuente: Revista EPM. El Concepto del riesgo ambiental y su evaluación. Julio Eduardo Zuluaga U. y Jorge Alonso Arboleda G. Medellín, volumen 15, No 3, Enero – Abril de 2005

Para evaluar la vulnerabilidad, se consideran las consecuencias que se pueden causar sobre el ambiente y las personas (véase Tabla 9.2)

Tabla 9.2. Criterios de evaluación de la Vulnerabilidad

Categoría	Descripción	Puntos
Insignificantes	Genera consecuencias de baja intensidad, puntuales, fugaces, de efecto secundario y recuperables de manera inmediata o reversibles en el corto plazo No se producen lesiones personales incapacitantes	1
Leves	Genera consecuencias de mediana intensidad, puntuales, temporales, de efecto directo y recuperable o reversible en el mediano plazo. Ocasional lesiones leves o incapacidad temporal a las personas	2
Graves	Genera consecuencias de alta intensidad, extensas, temporales, de efecto directo, mitigable o reversible en el largo plazo. Generan lesiones graves o incapacidad parcial permanente a las personas	3
Catastróficas	Genera consecuencias de muy alta intensidad, muy extensas, permanentes, de efecto directo, irreparable e irreversible.	4

¹⁰ Arboleda, Jorge y Zuluaga, Julio. El concepto del riesgo ambiental y su evaluación. Revista Empresas Públicas de Medellín, volumen 15, No. 3. Enero – Abril de 2005.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

	Generan muerte o incapacidad total o permanente a las personas	
--	--	--

Fuente: Revista EPM. El Concepto del riesgo ambiental y su evaluación. Julio Eduardo Zuluaga U. y Jorge Alonso Arboleda G. Medellín, volumen 15, No 3, Enero – Abril de 2005

El riesgo, con base en la ecuación definida anteriormente, y teniendo en cuenta los criterios de evaluación de la amenaza y vulnerabilidad, se puede evaluar de acuerdo con la matriz que se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Se pueden clasificar como:

- Riesgos aceptables (1-4), los cuales no representan una amenaza significativa para el ambiente y sus consecuencias son menores.
- Riesgos tolerables (5-9), que son aquellos que pueden ocasionar daños más significativos al ambiente, por lo que requieren el diseño de planes de atención.
- Riesgos críticos (10-20), que pueden ocasionar daños graves sobre el ambiente y requieren planes de atención prioritarios y a corto plazo, con alta disponibilidad de recursos y con un monitoreo intenso

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan los eventos que se pueden presentar en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello y su calificación.

Tabla 9.3 Evaluación de los riesgos en la PTAR Bello

Evento	Escenario	Amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo
Sismo	En la PTAR Bello	1	3	3
Inundación	En la PTAR Bello	1	2	2
Nivel Cerámico	En la PTAR Bello	4	1	4
Explosiones	En la PTAR Bello.	2	2	4
Accidentes de tránsito y aéreos	En la PTAR Bello	1	2	2
Incendio	En el frente de obra o en la PTAR Bello	2	1	2
Fallas humanas	En la PTAR Bello	3	1	3
Rotura de la conducción de Niquia Manantiales	En la zona de influencia directa de la PTAR Bello	1	3	3
Falla del oleoducto y gasoducto.	En la PTAR Bello	2	2	4
Disturbio Civil	En el frente de obra y en la PTAR Bello	3	1	3

Para cada una de los eventos identificados se plantean las actividades que hay que ejecutar para su atención .

10. DIAGNÓSTICO TÉCNICO, ECONÓMICO Y AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS

Para seleccionar la mejor alternativa para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, dado que se tienen varios objetivos que se deben analizar conjuntamente, se utilizó la herramienta de Análisis Multiobjetivo, metodología que no garantiza una única solución, sino que genera las mejores alternativas o las llamadas “soluciones no dominadas”. La selección

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

de la alternativa dependerá de la estructura de preferencias del decisor, el cual le da mayor importancia a alguno de los criterios u objetivos considerados.

10.1 CRITERIOS PARA EL ANÁLISIS

Para el análisis de las alternativas planteadas para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, se definieron los objetivos de acuerdo con los resultados obtenidos en el Estudio de Impacto Ambiental, en el Estudio Socioeconómico del programa de saneamiento del río Medellín en la segunda etapa¹¹ y la modelación de la calidad del río Medellín realizada hasta el año 2020¹², los cuales son:

- Minimización de los costos. Desde el punto de vista técnico, el único criterio que se utilizará será el costo de las alternativas que cumplen con todos los requerimientos desde el punto de vista ambiental.
- Minimizar la interferencia con la cobertura vegetal del lote donde se construirá la Planta.
- Minimizar el efecto a la población, que se evaluará por la densidad de población alrededor del lote de la planta, además de la distancia de los centros poblados, infraestructura de recreación, industrias, al lote donde se construirá la Planta.
- Maximizar el Indicador de Rentabilidad Social para cada una de las alternativas.
- Maximizar la calidad del agua del río Medellín, evaluado mediante las concentraciones de OD y DBO.

10.2 RESULTADOS

En la Tabla 10.1 se presenta el resumen de las utilidades para las cuatro alternativas consideradas en el análisis, que son las que cumplen la normatividad ambiental vigente.

Tabla 10.1. Utilidades de cada criterio para cada alternativa

	Las Pistas - Tratamiento Secundario	Las Pistas - Tratamiento Terciario	Tasajera Tratamiento Secundario	Tasajera - Tratamiento Terciario
Coberturas Vegetales	0,5	0,5	0,5	0,5
Densidad de población	0,1	0,1	0,8	0,8
Distancia	0,1	0,1	0,6	0,6
Costo	1,00	0,95	0,01	0,00
Indicador de Rentabilidad Social	1,00	0,72	0,14	0,00

En la Tabla 10.2 se presentan las estructuras de preferencias consideradas en el análisis, o los pesos que se le da a cada uno de los criterios para encontrar la utilidad de la alternativa. Se presentan aquellas donde no interesa para nada los costos (estructura 6), o no se

¹¹ Mendieta, Juan Carlos. Evaluación Socioeconómica: Proyecto de Saneamiento del Río Medellín - Segunda Etapa.

¹² Empresas Públicas de Medellín E.S.P.. Modelación del río Medellín. 2007

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES BELLO		
Estudio de Impacto Ambiental Lote 1.1	Documento No: HTA-A-RP-01-10	
	Revisión: 1	Fecha: 2008-04-16

considera importante las coberturas vegetales (estructura 3), o todos los criterios son considerados igualmente importantes (estructura 7)

Tabla 10.2. Estructuras de Preferencias

Criterio	1	2	3	4	5	6	7
Indicador de Rentabilidad Social	33,33%	20,00%	40,00%	28,57%	33,33%	30,77%	20,00%
Costo	8,33%	30,00%	20,00%	21,43%	25,00%	0,00%	20,00%
Coberturas Vegetales	16,67%	10,00%	0,00%	7,14%	8,33%	30,77%	20,00%
Densidad de población	16,67%	40,00%	20,00%	28,57%	8,33%	30,77%	20,00%
Distancia	25,00%	0,00%	20,00%	14,29%	25,00%	7,69%	20,00%

Con las anteriores estructuras de preferencia y con las utilidades presentadas en la Tabla 10.1, se obtiene la utilidad de cada alternativa, que se presentan en la Tabla 10.3

Tabla 10.3 Utilidad de cada alternativa

Alternativa	Estructura de Preferencias						
	1	2	3	4	5	6	7
Las Pistas-Tratamiento Secundario	0,54	0,59	0,64	0,58	0,66	0,50	0,54
Las Pistas-Tratamiento Terciario	0,44	0,52	0,52	0,49	0,55	0,41	0,47
Tasajera- Tratamiento Secundario	0,42	0,40	0,34	0,39	0,31	0,49	0,41
Tasajera- Tratamiento Terciario	0,37	0,37	0,28	0,35	0,26	0,45	0,38

Como se observa en la tabla anterior, la mejor alternativa, para todas las estructuras de preferencia, es la construcción de una planta de tratamiento en el sector Las Pistas de tipo secundario, lo que demuestra la robustez de la alternativa: siempre es la mejor, independiente de la estructura de preferencias del decisor.

Las alternativas localizadas en el sector de La Tasajera siempre son las que obtienen la menor utilidad.