

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE IBAGUÉ

P.O.T

Anexo 01

**CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL ZONA
URBANA Y AREA INMEDIATA DE
INFLUENCIA. MUNICIPIO IBAGUÉ**

Ibagué, 1999

TABLA DE CONTENIDO

		Pág.
	CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL ZONA URBANA Y AREA INMEDIATA DE INFLUENCIA. MUNICIPIO IBAGUÉ	
1.	OFERTA Y DEMANDA DE RECURSOS	
1.1.	SUBSISTEMA GEOSFÉRICO	
1.1.1.	Geología	
1.1.1.1.	Batolito de Ibagué (Jgd)	
1.1.1.2.	Rocas Hipoabisales	
1.1.1.3.	Abanico de Ibagué (Qfv1, Qfv2, Qfv3, Qfv4)	
1.1.1.4.	Abanicos Aluviales (Qab)	
1.1.1.5.	Depósitos Lagunares (Qla)	
1.1.1.6.	Depósitos Aluviales (Qal)	
1.1.2.	Tectónica	
1.1.2.1.	Falla de Ibagué	
1.1.2.2.	Falla de Buenos Aires	
1.1.2.3.	Falla Chapetón Pericos	
1.1.3.	Geomorfología	
1.1.3.1.	Morfogenética	
1.1.3.2.	Morfodinámica Actual y Reciente	
1.1.3.2.1.	Escurrimiento superficial difuso de grado laminar moderada	
1.1.3.2.2.	Escurrimiento concentrado en Surcos de Grado Moderado	
1.1.3.2.3.	Erosión en Cárcavas y Surcos (EC)	
1.1.3.2.4.	Erosión Pluvial	
1.1.4.	Uso Actual	
1.1.4.1.	Áreas de Uso Urbano	
1.1.4.2.	Áreas con Vegetación Natural	
1.1.4.3.	Áreas Agroforestales	
1.1.4.4.	Áreas Agrícolas	
1.1.5.	Capacidad de uso	
1.2.	SUBSISTEMA AGUA	
1.2.1.	Hidrografía	
1.2.2.	Oferta del recurso	
1.2.3.	Demanda del recurso	
1.2.4.	Disponibilidad del Recurso	
1.2.5.	Hidrogeología	
1.2.5.1.	Unidades Hidrogeológicas	
1.2.5.2.	Inventario de Puntos de Agua	
1.2.5.3.	Calidad del Agua Subterránea	
1.2.5.4.	Áreas con diferente potencial acuífero	
1.2.5.5.	Descarga-Recarga	
1.2.5.6.	Calidad del Recurso	
1.3.	SUBSISTEMA FLORA	
1.3.1.	Cobertura por categoría de uso	
1.3.2.	Demanda de Cobertura Vegetal	
1.4.	SUBSISTEMA FAUNA	
1.4.1.	Mamíferos	

- 1.4.2. Aves
- 1.4.3. Reptiles y Anfibios
- 1.4.4. Peces
- 1.4.5. Bentos
- 1.5. SUBSISTEMA AIRE**
- 1.5.1. Emisiones Atmosféricas
- 1.5.2. Niveles de Ruido
- 1.6. SUBSISTEMA POBLACIÓN Y ACTIVIDADES**
- 1.6.1. División Político-Administrativo
- 1.6.2. Demografía
- 1.6.3. Actividades Productivas
- 1.6.4. Relaciones de Producción
- 1.6.5. Aspectos Culturales
- 1.7. SUBSISTEMA ASENTAMIENTOS**
- 1.7.1. Densidades de Ocupación
- 1.7.2. Equipamiento Actual de Servicios
- 1.7.3. Distribución Espacial de Servicios
- 1.7.4. Demanda de Servicios
- 2. AMENAZAS NATURALES**
- 2.1. CONCEPTUALIZACIÓN**
- 2.1.1. Amenaza
- 2.1.2. Riesgo
- 2.1.3. Vulnerabilidad
- 2.2. IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS**
- 2.2.1. Tipo Amenaza Volcánica
- 2.2.2. Tipo Sísmica
- 2.2.3. Tipo Geomorfológico (remoción en masa)
- 2.2.4. Tipo Hidrológico
- 3. DEFINICIÓN DE ZONAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL**
- 3.1. ZONAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL**
- 3.2. ZONAS DE PROTECCIÓN POR AMENAZA NO MITIGABLE**
- 3.3. ZONAS DE PROTECCIÓN POR INTERES ARQUITECTONICO**
- 4. APTITUD DE USO PARA FINES DE URBANISMO**
- 4.1. ZONA TIPO A. ESTABLES URBANIZABLES**
- 4.1.1. Subzona Tipo A1
- 4.1.2. Subzona Tipo A2
- 4.2. ZONA TIPO B. INESTABLES, RECUPERABLES, URBANIZABLES**
- 4.2.1. Subzona Tipo B1
- 4.2.2. Subzona Tipo B2
- 4.2.3. Subzona Tipo B3
- 4.3. ZONAS TIPO C. INESTABLES, DE ALTO RIESGO, NO URBANIZABLE**
- 4.3.1. Subzona Tipo C1
- 4.3.2. Subzona Tipo C2
- 4.3.3. Subzona Tipo C3
- 4.3.4. Subzona Tipo C4

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL ZONA URBANA Y AREA INMEDIATA DE INFLUENCIA. MUNICIPIO DE IBAGUÉ.

1. OFERTA Y DEMANDA DE RECURSOS

1.1. SUBSISTEMA GEOSFÉRICO

1.1.1. Geología. La zona de estudio (ciudad de Ibagué y su área inmediata de influencia), está conformada por seis (6) unidades geológicas a saber:

1.1.1.1. Batolito de Ibagué (Jgd). Es un cuerpo ígneo intrusivo de gran extensión, el cual se puede observar desde el norte de Armero (Tolima) hasta el sur del departamento del Huila. La denominación inicial fué dada por Nelson (1959), quien determinó sus principales relaciones estructurales y composición. En la zona de estudio se presenta constituyendo los cerros tutelares de la ciudad. El batolito de Ibagué presenta una gran variación composicional desde tonalitas a cuarzogranitos. Las rocas más comunes son las tonalitas, las cuales están constituidas por cantidades variables de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, hornblenda y biotita. Esta composición, asociada con el régimen climático ha permitido el desarrollo de suelos residuales espesos (Saprolito) que alcanzan espesores que oscilan entre los 5 y 10 metros, los cuales descansan sobre las laderas de las montañas que rodean la ciudad y principalmente se componen de arenas arcillosas y arcillas arenosas de baja estabilidad.

De acuerdo con dataciones radiométricas realizadas a este cuerpo, se le asigna una edad de 131 a 151 millones de años (Jurásico medio a Superior).

1.1.1.2. Rocas Hipoabisales. Son cuerpos ígneos hipoabisales de poca extensión localizados al sureste de la ciudad, margen derecha del río Combeima, los cuales presentan composición dacítica a andesítica con textura afanítica y porfirítica. A estos cuerpos se les asigna una edad de Terciario medio a superior.

1.1.1.3. Abanico de Ibagué (Qfv1, Qfv2, Qfv3, Qfv4). Son una serie de depósitos fluvio volcánicos que se encuentran desde el noroeste de la ciudad y se extienden hacia el sureste de la misma en cercanías de los municipios de Alvarado, Piedras y el corregimiento de Doima, entre otras, con una superficie aproximada de 700 km². Estos depósitos están constituidos por flujos de lodo y escombros, depósitos de tamiz y llanura de inundación, y flujos piroclásticos, los cuales se atribuyen en su mayoría a la actividad del nevado del Tolima ubicado sobre la cima de la cordillera Central, al Noroeste de la ciudad rellenando una cuenca amplia de posible origen tectónico (Vergara, 1989), cerrada al oriente por la llamada Barrera de Gualanday .

Los diversos mecanismos que actuaron durante la formación del abanico, dieron lugar a depósitos muy variados en forma tamaño y granulometría, lo cual dificulta la correlación entre las diferentes capas lentes y cuñas que lo componen (Qfv1, Qfv2, Qfv3, Qfv4). La mayor parte de la ciudad se encuentra asentada sobre esta unidad.

Algunos autores proponen la edad de Pleistoceno superior para estos depósitos (200.000 a 10.000 A.P. Vergara y Moreno 1191 en INGEOMINAS 1992).

1.1.1.4. Abanicos Aluviales (Qab). Son un conjunto de conos aluviales, con forma de abanico que aparecen en el piedemonte de las laderas al norte de Ibagué y al sureste sobre la Carretera a Armenia, en el sector de Boquerón. Sobre ellos se encuentran asentados un buen número de barrios de la ciudad caso de la Gaviota, Ancón, San Diego, Miramar, entre otros.

Se componen de arenas y limos con gravas muy descompuestas provenientes del batolito de Ibagué. Básicamente se constituyen en conos de deyección inactivos de las quebradas Chipalo, Chipalito, Calambeo, Ambalá, Las Velas, La Balsa, Las Panelas, San Antonio, La Tusa y Cocare.

1.1.1.5. Depósitos Lagunares (Qla). Son depósitos sedimentarios con estratificación que descansan sobre el abanico de Ibagué y se ubican en una zona estrecha a lo largo de la traza de la falla de Ibagué. Se cree que su génesis se relaciona con el levantamiento del Bloque sur de la falla de Ibagué, que formó una barrera o dique donde posteriormente se depositaron los sedimentos lagunares (Vergara, 1989). En esta unidad predominan los materiales finos (Limos y arcillas) con un espesor total aproximado de 5 metros.

Dataciones en la parte superior del depósito le han permitido ubicar entre 1205+185 y 4860+60 años A.P. (Vergara, 1989).

1.1.1.6. Depósitos Aluviales (Qal). Son varios niveles ubicados a poca altura respecto a las corrientes que las transportaron, producto de eventos torrenciales recientes como flujos de lodo, escombros y avalanchas de origen netamente fluvial.

Estos depósitos ocupan poca extensión y se distribuyen a lo largo de las márgenes de las corrientes principales tales como Combeima. y Chipalo; en estos ríos se encuentran niveles situados entre 1 y 3,5 meros por encima del nivel normal.

1.1.2. Tectónica. En general La tectónica dominante es de tipo compresivo, con el desarrollo de grandes fallas inversas y de tipo transformacional, la cual ha tenido su formación desde el cretáceo hasta el cuaternario, íntimamente ligadas a los procesos orogénicos de levantamiento de las actuales cordilleras y formación de la cuenca del valle Superior del Magdalena que ha dado como resultado una tectónica compleja.

Tal situación determina el desarrollo de numerosos planos de fracturamiento y diaclasamiento, lo cual favorece, dependiendo de las condiciones hidrometeorológicas, la descomposición acelerada de la roca y desarrollo de movimientos masales de diferente magnitud.

Los patrones de fallamiento presentados son de direcciones predominantes noreste-suroeste y norte-sur, con algunos sistemas transversales asociados a fallas mayores.

Se destacan como los más importantes por su longitud y relación con la geología regional, las siguientes estructuras:

Falla Chapetón-Pericos
Falla de Ibagué

Falla de Martinica Falla de Buenos Aires

La importancia de determinar el ambiente tectónico y estructural de una región reside en que se pueden identificar las diferentes fuentes sismogénicas de la misma, permitiendo de esta manera cualificar y cuantificar la amenaza sísmica potencial de un territorio.

1.1.2.1. Falla de Ibagué. Es una falla de tipo rumbo deslizante que atraviesa el área urbana de la ciudad con dirección N75°E. En el casco urbano de la ciudad y en sentido oeste- este, el trazo de la falla se reconoce en Boquerón y se continúa por el costado sur del Batallón Rooke, Universidad del Tolima, Barrios Santa Helena, Piedrapintada Baja, sur del Jordán, El Topacio y Retén el Salado.

Se presentan evidencias claras de actividad cuaternaria entre Ibagué y Piedras, tales como los depósitos lagunares.

1.1.2.2. Falla de Buenos Aires. Al parecer esta falla es un ramal del sistema de Ibagué. Su trazo cerca de las poblaciones de Picalaña, Buenos Aires y Gualanday es inferido y se le atribuye la formación de un escarpe y pequeños lomos alineados en dirección suroriente siguiendo la carretera a Bogotá.

1.1.2.3. Falla Chapetón Pericos. Es una estructura que presenta una disposición general NE-SW, con movimientos verticales de importante magnitud. Es de tipo inverso. Es fácilmente cartografiable, pues presenta rasgos geomorfológicos importantes como facetas triangulares y control estructural de drenajes. Afecta las secuencias Precámbricas de Anfibolitas y neises, los esquistos paleozoicos y al Batolito de Ibagué, poniéndolos en contacto en diversos sectores a lo largo de la misma.

En dichos sectores se observa el desarrollo de rocas cataclásticas (Milonitas y Blastomilonitas). Flujos de lodo ubicados en los ríos Toche y Coello al norte de esta falla, podrían hacer presumir que ésta se comportó como un alto estructural durante la formación de los mismos (CORTOLIMA, 1996).

1.1.3. Geomorfología

1.1.3.1. Morfogenética. La configuración geológica y geomorfológica que actualmente se presenta en la zona estudiada, es el resultado de los diferentes procesos que se han venido sucediendo desde el levantamiento de la Cordillera Central. En dicha configuración han actuado procesos orogénicos, tectonismo intenso y vulcanismo.

Los procesos orogénicos determinaron que la Cordillera Central emergiera y sobre ella comenzaran a desarrollarse procesos intensos de erosión (Procesos denudativos).

Los procesos tectónicos, en muchos casos, formaron relieves abruptos y contribuyeron en la formación de procesos dinámicos.

El Clima contribuyó en la degradación de macizos rocosos y posterior formación de suelos. El vulcanismo contribuyó en gran parte con el modelado actual en muchos casos y fosilizando relieves preexistentes.

Las marcadas diferencias topográficas en la zona de estudio reflejan un modelado del relieve diverso, en el cual se acentúan los procesos denudativos.

Teniendo como base lo anterior, a continuación se describen las principales unidades geomorfológicas:

- **Relieve Montañoso Erosional.** Se incluyen aquellas elevaciones del terreno que hacen parte de la cordillera central cuya altura y morfología actuales no dependen de plegamientos de las rocas de la corteza ni tampoco del vulcanismo, sino exclusivamente de los procesos exógenos degradacionales determinados por agentes como el agua y el viento asistidos por la fuerza de gravedad.

De esta forma se tiene el paisaje de “Montañas erosionales en tonalitas, cuarzodioritas y granodioritas (Batolito de Ibagué)”. Comprende la zona montañosa que rodea la ciudad, donde configura un relieve montañosos fuertemente quebrado de pendientes cortas y largas, de aspecto masivo y homogéneo, drenajes cortos, interfluvios estrechos e intensa red hidrográfica de tipo dendrítico. La actual forma del terreno ha sido esculpida por la escorrentía y demás fenómenos hidrogravitacionales sobre las rocas graníticas.

Las propiedades de las alteritas derivadas de las rocas mencionadas constituyen un manto de meteorización espeso, sobre el cual es común el desarrollo de movimientos en masas y erosión laminar moderada y escurrimiento intenso.

- **Piedemonte diluvio-aluvial.** Es una asociación de paisajes agradacionales formados por sucesivos flujos de lodo y lahares que originan paisajes cuya morfología y composición dependen de la fluidez del lodo, del volumen y/o sucesión de capas de lodo depositadas, de la naturaleza y condición de los materiales afectados y de las características topográficas del lugar en donde se depositan.

En esta unidad es posible reconocer los siguientes paisajes geomorfológicos:

- Abanico reciente en aluviones gruesos y medios (Abanico de Ibagué)
- Abanicos coalescentes recientes en aluviones gruesos y finos (Abanicos al norte de Ibagué)
- Abanicos recientes coluvio-diluviales en aluviones gruesos y medios (Sector suroccidental-Boquerón)

- **Valle aluvial.** Hace referencia a una porción de espacio alargada, relativamente plana y estrecha, intercalada entre dos áreas de relieve más alto y que tiene como eje a un curso de agua.

El relieve encajante para el caso de Ibagué está constituido por las dos unidades anteriormente descritas. En esta unidad se pueden distinguir los siguientes Paisajes y subpaisajes:

- Plano de inundación en aluviones gruesos y finos (Sobrevega y terraza Baja): Es una unidad periódicamente inundable que cede y recibe continuamente aluviones de lecho (Cantos, gravas y arenas), impidiendo el desarrollo del suelo y vegetación, por lo cual determina en términos pedológicos, una unidad de tierras misceláneas.

- Terraza agradacional en aluviones gruesos y finos (Nivel medio, nivel superior y Talud de terraza): Son remanentes de anteriores niveles de sedimentación, en los cuales se ha incisado la corriente como rejuvenecimiento del paisaje. Los niveles más altos son los más antiguos y normalmente contienen los niveles más evolucionados. Cada nivel de terraza está separado de otros por escarpes verticales a subverticales en los que afloran las capas de sedimentación.

1.1.3.2. Morfodinámica Actual y Reciente. La morfología inicial del área de estudio ha sido modelada hasta sus formas actuales por procesos hidrogravitacionales; las unidades genéticas de relieve presentes vienen siendo objeto de los siguientes procesos:

1.1.3.2.1. Esguerrimiento superficial difuso de grado laminar moderada. Se presenta en gran parte del gran paisaje de relieve montañoso erosional, en áreas con pendientes empinadas y con escasa vegetación o con presencia de cultivos limpios, donde evoluciona a esguerrimiento superficial difuso de grado laminar severo. Este proceso además es favorecido por épocas secas prolongadas y aguaceros fuertes a muy fuertes, donde se presenta un aporte o arrastre gravitacional de sedimentos escasos o débil.

1.1.3.2.2. Esguerrimiento concentrado en Surcos de Grado Moderado. Comprende la etapa de incisión lineal de los materiales por agua de esguerrencia en la modalidad de surcos, pequeñas zanjas o rasguños que conservan una profundidad más o menos regular a lo largo de la pendiente. Se presenta en la unidad de abanicos coalescentes y en pequeños sectores del abanico reciente (sectores del cuerpo del abanico de Ibagué).

1.1.3.2.3. Erosión en Cárcavas y Surcos (EC). Es una forma localizada de flujo líquido que tiene lugar en pendientes fuertes y amplias, o en sectores de pendientes fuertes denudados por la acción del hombre para explotación minera o construcción de infraestructura; cuando los materiales se saturan y adquieren una baja viscosidad, fluyen fácilmente a lo largo de las pendientes, dejando atrás una cicatriz cóncava en forma de cuchara, o rasguños profundos. Son frecuentes en pequeños sectores del relieve montañoso erosional, en cabeceras de pequeños drenajes con pendientes fuertes, como en el caso del Cerro de La Martinica.

1.1.3.2.4. Erosión Pluvial. Proceso ligado directamente al impacto de gotas de lluvia sobre una superficie de suelo desnudo. Es causado por la energía cinética que ellas portan, la cual rompe los agregados de los horizontes superficiales, liberando partículas que se desplazan por saltación y van a taponar los poros e impiden el libre paso de las aguas de infiltración. Es común en la mayor parte de la unidad abanico de Ibagué, en los sectores donde se encuentran pastos naturales o cultivados.

1.1.4. Uso Actual. Los tipos de ocupación del suelo que se desarrollan en una región determinada, son el resultado de los diferentes grupos poblacionales que se asientan sobre la superficie del terreno, de acuerdo con procesos históricos y costumbres culturales; ocupan áreas destinadas a soportar las diferentes actividades urbanas, dependiendo en algunos casos de reglamentaciones urbanísticas equipadas con infraestructura de servicios públicos domiciliarios, vías, etc.

El desarrollo urbanístico de Ibagué desde su fundación centró el incremento urbano alrededor de la Plaza de Bolívar y el Parque Murillo Toro, siguiendo el patrón urbanístico y cultural de tipo colonial hasta comienzos del siglo XX. Este desarrollo, estuvo unido a las condiciones geográficas de los ríos Combeima, Alvarado, Chipalo y Opia, como también a las vías de acceso que la comunican con el Norte, Oriente y Occidente del país. Como resultado de este crecimiento, la ciudad fué dando una forma alargada de Oriente a Occidente.

A mediados de la década de los 70, la ciudad ha tenido un crecimiento urbano significativo, como resultado de los planes de desarrollo e incentivos fijados por el Gobierno Nacional y Local, para la recuperación económica y social del departamento.

Con respecto a las áreas circunvecinas de la ciudad, se observa que estos terrenos en los sectores Norte, Sur y Occidente, son y han sido dedicados principalmente a cultivos de café con sombrero, bosques protectores y algunos cultivos de pancoger (plátano, yuca, frutales, etc.), mientras en el sector oriental, los suelos planos han sido destinados a una agricultura comercial (arroz, sorgo, soya, etc.), como también a una ganadería de tipo extensivo e intensivo.

Mediante la interpretación de fotografías aéreas de la región, se determinaron las unidades de vegetación, separando inicialmente las que presentan cobertura vegetal de composición heterogénea y posteriormente las áreas de uso agropecuario, las cuales se verificaron en campo.

En cuanto a la demarcación del área de uso urbano, se estableció siguiendo las normas para las urbanizaciones y construcciones, según el acuerdo 035 de mayo 31 de 1990 por la Secretaria de Planeación Municipal de Ibagué y CAMACOL.

A continuación se describen las unidades identificadas tanto del sector urbano como las adyacentes a la ciudad, las cuales se presentan en el plano del uso actual del suelo.

1.1.4.1. Areas de Uso Urbano. Se entiende área de uso urbano, aquella que está contenida dentro del perímetro urbano vigente. Esta unidad caracteriza las áreas con infraestructura física institucional, industrial, recreacional, residencial y comercial.

- **Servicios.** No corresponde como unidad de cobertura vegetal, ni de uso agropecuario, pero sí una unidad de uso de suelo.
- **Comercial-Servicios.** Son aquellos establecimientos dedicados al intercambio, ó compraventa de bienes y servicios. Se localizan preferencialmente en el área urbana. Pertenecen a esta unidad la Estación - Gasolina, Centro - Comercial, Comercial y Hoteles - Moteles en general, las actividades que realizan estos locales son dedicados a la venta de alimentos y bebidas de consumo diario, artículos farmacéuticos y de tocador, papelerías, librerías, almacenes de ropa, artículos de cuero, artículos para el hogar, combustibles entre otros y entre los servicios sobresalen: los de alimentos, personales, profesionales, financieros, bancarios y recreativos entre otros.

Principalmente se encuentran concentrados en el centro de la ciudad, desde la calle 10 hasta la calle 19 entre la carrera 1a y 5a, otro sector se extiende a lo largo de la carrera 5a hasta la calle 67 o en el Centro Comercial Arrayanes. Así mismo, se observa otro

corredor comercial por la carrera 4a, donde se presenta actividad comercial pero de menor intensidad.

Dentro de éste uso comercial se suman otras áreas como el Óptimo, Altamira, Casa Morales, entre otros.

Estos suelos ocupan 334.9 has y representan el 2.37% del área total del proyecto y dentro del área urbana corresponde al 6.07% del área total de éste.

- **Industrial.** Son establecimientos destinados al uso de artes u oficio mecánico o mezclados con otras prácticas. Corresponden aquellas industrias extractivas (fábrica de asfalto, arcilla, planta de concreto y otros) e industrias transformadoras.

En esta unidad, se identifican dos zonas claramente definidas: la primera, se encuentra sobre la vía que conduce al Espinal, partiendo del sector de Electrolima hasta el límite del perímetro urbano; otro grupo se encuentra sobre la vía que conduce al aeropuerto de Perales encontrándose las fábricas de Fibratolima, CocaCola y Nacional de Chocolates. Tiene una extensión de 195.6 has, que corresponde al 1.35% del área total del proyecto y con participación en el casco urbano del 3.41%.

- **Institucional.** Corresponde a este grupo, los establecimientos dedicados a la prestación de servicios de orden social y asistencial requeridos por la comunidad, se identifican: salud, terminal de transporte, educación, asistencia - social entre otros.

Dentro de esta unidad se localizan La Granja San Jorge y Las Brisas, la Sexta Brigada, el Batallón Jaime Rookc (al sur de la ciudad), las universidades (Coruniversitaria, Cooperativa, Tolima, etc.), La Villa Olímpica, CORTOLIMA, La Casa de la Moneda, La Cárcel, Aeropuerto, Terminal, Iglesias, Cementerios, Bóveda (barrio América), Parque Cementerio (Salado), Bibliotecas (Soledad Rengifo y Dario Echandia), Hospitales, etc. Abarcan un área de 346.8 has, que corresponde al 2.57% del área total del proyecto y comprende dentro de la ciudad el 5.87% del total de está.

- **Minero.** Hace referencia a las actividades efectuadas sobre el lecho de los ríos Combeima, Chipalo, Alvarado, explotando material de arrastre; también corresponde a este grupo, las canteras a cielo abierto (Vergel, Areneras) ladrilleras (98 que se encuentran dentro de la ciudad). Tiene un área de 48.0 has, que corresponde al 0.33% del área total del proyecto y con una participación del 0.3% dentro del área de la ciudad.
- **Recreacional.** Son sectores dedicados al esparcimiento público o privados. La ciudad cuenta con 148 parques de importancia como son: El Centenario, en el centro de la ciudad, Parque Deportivo al oriente de la cabecera municipal, Parque de la Paz (vía Guabinal con 19), plazoletas (Dario Echandia, Santa Librada, etc), Club Campestre (vía Picaleña), Centro vacacional (Comfenalco, Comfatolima) entre otros. Abarca una extensión de 286.0 has, que corresponde al 1.99% del área total del proyecto y con un 4.46% dentro del perímetro de la ciudad.
- **Residencial.** Es el área que ocupa la mayor parte de la ciudad, identificándose dos unidades como son: la unifamiliar y la multifamiliar. La primera situada en lotes

independientes, en construcciones aisladas con acceso exclusivo a la vía pública; la segunda comprende las edificaciones urbanizadas por tres o más viviendas, con accesos comunes.

Las viviendas unifamiliares abarcan un área de 1548.4 has, que corresponde a un 10.7% del área total del proyecto, con una participación del 26.8% del casco urbano. Mientras los multifamiliares se concentran en el centro en condominios, abarca un área de 42.1 has, que corresponde al 0.30% del área total del proyecto y con una participación del 0.8% dentro de la ciudad.

1.1.4.2. Áreas con Vegetación Natural. La vegetación que conforma esta unidad de paisajes son los que se registran en las áreas adyacentes de la ciudad, son escasas y discontinua; se encuentra replegada hacia las márgenes del río Combeima, Chipalo, Alvarado, Opia y algunas quebradas y corrientes de agua o formando bosques artificiales (protectores y productores).

– **Forestal**

- * **Protector o Ribereño.** Son pequeños bosques que discurren a lo largo de las corrientes de agua o formando pequeñas manchas aisladas, están delimitados por vegetación de dosel superior permanentemente con follaje, que lo pierden parcialmente en épocas secas; la altura del estrato arbóreo oscila entre los 10 a 15 metros. La importancia de este mosaico de vegetación, se basa en la función protectora de los cauces de agua, la fauna silvestre y la calidad de los suelos.

La deforestación de esta unidad, para abrir paso al desarrollo social y económico, a causado procesos erosivos de tipo laminar, lateral (corrientes de agua), cárcavas, etc. al desaparecer los árboles cuyas raíces tienen la función de retener los suelos.

Estos suelos ocupan 1412.2 has y representan 9.8% de la superficie del área de influencia del proyecto, con una participación dentro de la ciudad del 8.20%. La vegetación que conforma esta unidad esta representada por: Ocobos (*Tabebuia rosea*), Gualanday (*Jacaranda Caucana*), Cachimbo (*Erythrina Poeppigiana*), Cambulos (*Erythrina edulis*), Dormilón (*Acacia sp*), entre otras; se encuentran además especies de las familias Piperaceae, Poligonaceae, etc.

- * **Productor.** Son pequeñas manchas de bosques artificiales (*Eucalypto*, *Urapan*, Pinos) ubicada en pequeña franja paralela al río Combeima, Chipalo y Alvarado. Tiene un área de 1.610.8 has, que corresponde 11.1% del área de estudio y con una participación del 8.20% dentro de la ciudad.

1.1.4.3. Áreas Agroforestales. Se entiende como aquellas áreas donde se han establecido combinaciones de árboles forestales con cultivos agrícolas, ganadería o combinaciones de ambos.

- * **Silvo pastoril.** En esta unidad agroforestal hace parte el sistema Silvo pastoril, comprende aquellas zonas planas o ligeramente onduladas, donde las condiciones de pobreza de los suelos no son tan extremas, de manera que permita el desarrollo de

pastos como Angletón (*Dichantium Quistatum*), Pasto India (*Panicum Máximum*) y otros asociados con especies vegetales, de porte arbóreo.

Estos sitios tienen una capacidad de porte relativamente baja y sostienen una ganadería de tipo extensivo y en otros se encuentra sin uso. Se observa preferencialmente en la microcuenca de la quebrada El Tejar, Calambeo, Cay y entre los cerros de la Martinica, actividades que han originado erosión de tipo laminar, cárcavas, calvas, etc, por el sobrepastoreo y pisoteo continuo del ganado.

Esta unidad de mapeo, tiene un área de 88.5 has que corresponde al 0.6% del total del proyecto y con una participación del 2.7% dentro del área del casco urbano.

- * **Silvo Agrícola.** Pertenecen a este conjunto los cultivos de café, plátano, maíz, cítricos asociados con árboles forestales como: Nogal, Guamo, Cambulo, Dormilón entre otros. Se estima un área de 876.8 has, que corresponde al 6.1% del área total del proyecto y el 2.45% dentro del área urbana. Esta unidad se observa en pequeñas áreas de los cerros Noroccidentales, Martinica y el Sur de la ciudad.

1.1.4.4. Áreas Agrícolas

- **Agricultura Comercial.** Esta unidad se presenta en el sector Oriental de la ciudad, específicamente en los valles aluviales de los ríos Alvarado, Chipalo, Combeima y Opia, en donde los suelos son ricos en materia orgánica, moderadamente profundos; se explotan intensamente en agricultura mecanizada, aplicación excesiva de fertilizantes y alta rentabilidad, especialmente a cultivos de arroz bajo riego.

La agricultura en la zona plana no ofrece peligro de erosión, aunque se observa en muchos sectores en donde se aplica riego por inundación, huellas de arrastre de suelos por la fuerza del agua, aún en pendientes muy suaves. La unidad abarca una extensión aproximada de 2.350 has, que corresponde al 16.3% del total del estudio y 9.14% del área del casco urbano de la ciudad.

- **Agricultura de subsistencia.** Son aquellos catalogados como el maíz, plátano, yuca, la caña panelera, etc. de menor importancia desde el punto de vista comercial, pero de alto valor de uso por la comunidad. Esta unidad se asocia en sectores aledaños de viviendas y caseríos, se localizan en los cerros de La Martinica, NorOccidental y el Sur de la ciudad; este mosaico de vegetación tiene una extensión aproximada de 493.7 has, que pertenece al 3.4% del área total del proyecto y corresponde al 1.4% del área del casco urbano.
- **Áreas Pecuarias.** El libre deambular del ganado en terrenos escarpados en el área de influencia de la ciudad, propios para programas de conservación o reforestación y aunado al manejo caótico de los hatos, está ocasionando un alto índice degradacional de los suelos, resaltando los fenómenos de sobrepastoreo y pisoteo del ganado.
 - **Pastos naturales asociados con rastrojo.** Esta unidad se encuentra dispersa en los sectores Nor Occidental, Sur y los cerros de la Martinica, en suelos moderadamente profundos, en donde la vegetación natural ha sido retirada para dar paso a zonas de pastos, que luego se han abandonado.

Los suelos se encuentran por lo general protegidos por pastos Angletón (Andropogón hicornis), (Panicum máximum), además de algunas hierbas y pequeños arbustos, entre los que se destacan el Maduraplátano (Phyllanthus acuminatus). Estos potreros tienen una capacidad de porte relativamente baja y sostienen aún una ganadería de tipo extensivo.

Esta unidad tiene un área de 1.7 has, que corresponde al 0.01% del área de estudio y el 0.03% dentro del área del casco urbano.

- **Pastos manejados (Po).** Esta unidad se localiza en zonas planas a ligeramente onduladas en el sector oriental de la ciudad, en donde las condiciones de la pobreza de los suelos no son tan extremos de manera que permita el desarrollo de cultivos de pastos como: india (Panicum máximum) pará (Panicum purpuracens), etc. Estos suelos tienen una capacidad de porte relativamente alta, sostienen una ganadería de semi-intensiva a intensiva, dedicada a la cría, levante y ceba de ganado. Abarca un área aproximada de 4.269.0 has, que corresponde al 29.5% del área total del proyecto y dentro de la ciudad el 20.1% del total de está.
 - **Galpones.** Son los sitios destinados para la producción de aves, algunos se encuentran en áreas adyacentes de la ciudad, Granja Buenos Aires; vía Ibagué-Juntas, Pollos Gar, Parco, San Francisco etc. Abarca un área de 8.7 has, que corresponde al 0.06% del área de estudio y con una participación del área de la ciudad del 0.02%.
 - **Pesebreras - Porquerizas.** Comprenden aquellos sitios en donde se realizan actividades de crianza y levante de Caballos y Cerdos, principalmente se encuentran en el sector del Salado y en casas dentro de la ciudad. Abarca un área de 9.5 has, que corresponde al 0.07% del total del proyecto y dentro de la ciudad con un 0.17%.
- **Sin Uso Aparente.**
 - **Área ronda.** Corresponde a aquellas áreas de las rondas de los ríos (Corredores o Buffers), en donde se establece un mínimo de 30 mts de ancho a lado y lado de las riberas de los ríos, quebradas y drenes intermitentes (Decreto 2811 de 1974 del Código Nacional de Los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente). Tiene una extensión de 337.6 has, que corresponde al 2.33% del total del proyecto y dentro de la ciudad el 0.31%.
 - **Transporte.** Comprende aquellas áreas verdes del sistema vial y zonas de parqueo, se localizan sobre la avenida Guabinal, Ferrocarril, La Carrera 5a y en las zonas de parqueo como el terminal, parqueaderos del centro de la ciudad entre otros. Tiene una extensión de 33.2 has, que corresponde al 0.22% del área total del proyecto y con una participación dentro de la ciudad del 0.59%.

Uso	Uso específico	Área urbana		Área rural Has	Área total Has	Participación en el Área%
		Has	%			
Agrícola	Comercial	503.6	9.14	1.846.8	2350.4	16.30
	Subsistencia	75.9	1.4	417.8	493.7	3.40
Comercial -Servicios	Bomba gasolina	3.9	0.07		3.9	0.03
	Centro Comercial	5.0	0.09		5.0	0.03
	Comercial	145.4	2.64		145.4	1.00
	Hoteles-Moteles	7.3	0.13		7.3	0.05
	Servicios	173.3	3.14		173.3	1.20
Forestal	Productor	176.6	3.20	1.434.2	1.610.8	11.1
	Protector	452.2	8.20	960.0	1.412.2	9.8
Industrial	Agroindustrial	15.41	0.28			
	Otros	172.2	3.13	8.0	195.61	1.35
Institucional	Administración	29.5	0.53		29.5	0.20
	Asistencia Social	41.2	0.74		41.2	0.30
	Cementerio Bóveda	6.1	0.11		6.1	0.04
	Cementerio Militar			2.2	2.2	0.01
	Educación	108.9	1.97		108.9	0.80
	Equi-serpu	0.07	0.00		0.07	0.00
	Equipamiento	8.5	0.15		8.5	0.05
	Plaza mercado	3.2	0.05		3.2	0.02
	Religioso-Cultural	17.7	0.32		17.7	0.10
	Salud	10.5	0.19		10.5	0.07
	Seguridad	0.01	-		0.01	0.00
	Subestación-energía	3.0	-		3.0	0.02
	Terminal	3.6	0.06		3.6	0.02
	Zona militar	68.4	1.24		68.4	0.47
	Cárcel	11.23	0.20	0.26	11.49	0.07
	Parque cementerio	9.0	0.16	0.03	9.03	0.06
	Aeropuerto	3.6	0.16	19.20	22.8	0.16
Relleno sanitario			16.20	16.20	0.11	
Institucional		2.40	0.04		2.40	0.01
Minero	Material-Construcción	16.8	0.30	31.5	48.0	0.33
Mixto	Otros	34.9	0.63		34.9	0.24
Pecuario	Pesebrero-Porqueriza	9.5	0.17		9.5	0.07
	Riego	28.0	0.50	73.3	101.3	0.07
	Galpones	1.6	0.02	7.1	8.7	0.06
	Pastos Naturales	1.7	0.03		1.7	0.01
	Pasto Manejado	1.1079	20.1	3.161.1	4.269.0	29.5
Piscícola	Piscícola	0.002	-	6.1	6.1	0.04
Recreacional	Área verde menor	16.1	0.30		16.1	0.11
	Escenario deportivo	6.7	0.120		6.7	0.05
	Clubes	83.0	1.50	21.3	104.3	0.72
	Plazoletas	2.2	0.04		2.2	0.02
	Parque	114.2	2.10		114.2	0.79

	Vivienda campestre	21.0	0.40	21.5	42.5	0.30
Residencial	Multifamiliar	42.1	0.80		42.1	0.30
	Unifamiliar	1475.0	26.8	73.4	1.548.4	10.1
Agroforestal	Silvo agrícola	135.1	2.45	741.7	876.8	6.1
	Silvo pastoril	40.3	2.73	48.2	88.5	0.6
Sin uso aparente	Área de ronda	17.6	0.31		17.6	0.12
	Otras áreas libres	264.1	4.8	55.9	320.0	2.21
Transporte	Área verde sistema	17.3	0.31		17.3	0.12
	vial Zona parqueo	15.9	0.28		15.9	0.11
		5.508.7	100	8.945.8	14.454.5	100%

1.1.5. Capacidad de uso. Se entiende como capacidad de uso del suelo, el hábito más intensivo que puede soportar el suelo, garantizando una producción sin deteriorarse. Siguiendo la metodología propuesta por la Corporación Autónoma Regional del Tolima “CORTOLIMA”, se determinó la capacidad de uso del suelo en las áreas adyacentes y de influencia del proyecto, teniendo en cuenta los parámetros de pendiente y suelo. Permitió identificar las siguientes unidades: actividad forestal protectora (AFP); actividad forestal productora-protectora (AFPP); actividad agrícola baja (AGB); actividad agrícola intensiva (AGI); actividad agrícola moderada (AGM) y pastos-rastrojos (Pr).

Con respecto a la capacidad de suelo urbanístico, se determinó en función del tipo de litología, amenazas naturales, equipamiento pasivo de servicio, características geotécnicas y el arquetipo constructivo presente en el área de estudio.

A continuación se relacionan las principales unidades identificadas tanto del sector de influencia de la ciudad como el sector urbano.

- **Area de Influencia de la ciudad.**

- **Actividad agrícola intensiva (AGI).** Son aquellos sitios en donde los cultivos requieren laboreo y remoción frecuente de suelos, generalmente tienen un periodo vegetativo menor de un año. De acuerdo con la zonificación ambiental del municipio de Ibagué, elaborado por CORTOLIMA, la topografía de ésta unidad es plana a ligeramente ondulada, los suelos han evolucionado a partir de flujos de lodo, aglomerados de origen volcánico y aluviones recientes, la unidad esta conformada por el conjunto Ibagué con inclusiones de suelos de Alvarado.

En general los suelos no tienen limitaciones para el empleo de maquinaria agrícola y son aptos para los cultivos que actualmente se explotan, tales como: arroz, sorgo, soya, entre otros, los cuales se acoplan a las condiciones edafoclimáticas de la región.

Para evitar el arrastre de sedimentos y agroquímicos a las fuentes de agua, se deben realizar prácticas de conservación en las áreas de márgenes de éstas, con trampas de sedimentos, barreras vivas, cultivos a curvas de nivel, etc. Así mismo, el riesgo que se aplica a estos cultivos, debe hacerse en una forma técnica y

adecuada para evitar que las corrientes provoquen erosión de las capas superficiales del suelo.

Esta unidad de mapeo, se localiza en el sector oriental de la ciudad, específicamente entre el tramo del Aeropuerto Perales y Fibratolima, donde sobresalen los cultivos de arroz con riego; así mismo se observa en otro sector de la vía que comunica Ibagué-Alvarado. Ocupa un 30% del total del área de estudio.

- **Actividad agrícola baja (AGB).** Esta unidad se localiza en el sur de la ciudad, en márgenes de las quebradas Agua fría, San Agustín, La Honda y riberas del río Combeima; en el norte, las márgenes de las quebradas Chipalito, desembocadura de la Aurora-Ancón, Ambalá y Las Panelas; y en el occidente, en las zonas adyacentes de la quebrada Salento, Santa Rita, Piedecuesta y Guayabal. Los suelos se han originado a partir de rocas ígneas, moderadamente profundos a profundos, bien drenados, caracterizados por presentar colores pardos, pardos amarillentos en los horizontes superficiales y rojos en profundidad (asociación Lisboa).

Actualmente, esta unidad presenta prácticas agropecuarias tradicionales, con cultivos de café, caña, plátano, frutales, etc., con poca rentabilidad, sin tecnología apropiada a las condiciones del suelo; éstas inadecuadas prácticas culturales, han provocado la degradación de los suelos, la migración de la población asentada en estos sectores hacia los centros urbanos entre otras problemáticas sociales.

Por las condiciones de susceptibilidad y pendientes, estos suelos sólo sirven para realizar combinaciones de cultivos agrícolas con especies forestales, desarrollando actividades de siembra, labranza y recolección de cosechas, junto con la remoción frecuente y continua de suelo, dejando desprovisto de una cobertura vegetal permanente en algunas áreas y el resto cubierto por árboles en forma continua y permanente, tales asociaciones son: café con sombrío, plátano con café, cacao con nogal cafetero entre otros. Adicionalmente, es indispensable consolidar y estructurar campañas divulgativas y educativas, para que la población asentada en esta unidad, tome conciencia de los daños que está ocasionando y enseñando la importancia del valor de los suelos conservados. Esta unidad corresponde a un 25% del área total.

- **Actividad Agrícola Moderada (AGM).** Comprende aquellas zonas próximas a la ciudad o zona de expansión de relieve ondulado; preferencialmente se localiza en el sur de la ciudad (Márgenes del río Combeima) y en el sector occidental, en áreas adyacentes de las quebradas Los Sapos y piedecuestas; los suelos se han desarrollado a partir de materiales coluvioaluviales con altos porcentajes de gravillas, a través del perfil y en las superficies (conjunto La Yuca).

Adicionalmente en la parte media y alta de las microcuencas San Antonio, Victoria, Cay, Ancón-Aurora entre otros, donde la topografía es quebrada a fuertemente escarpada, los suelos son moderadamente profundos a profundos, de fertilidad media, de materia orgánica media y fósforo bajo. A la fecha estos suelos son dedicados a cultivos de café con sombrío, maíz, plátano y frutales; los cerros Noroccidentales, de los flancos de laderas de las quebradas Ancón - Aurora, La s Panelas y Ambalá, en el sur los cerros de La Martinica y en el occidente Cerro

Gordo, presentan procesos erosivos por remoción en masa y deslizamiento de tierra, fenómeno que se incrementa durante los periodos de lluvias. El manejo más adecuado de estos sectores serían las prácticas mecánicas de conservación, complementadas con prácticas culturales, además de las restricciones que se deben tomar con relación a la apertura de vías y obras mecánicas sobre ésta unidad.

En otras áreas es recomendable, establecer cultivos en semibosque con frutales, café, caña y plátano, en curvas de nivel procurando mantener los bosques de sombrero, cuando se cultiva café, para evitar un mayor avance de la erosión. Se deben evitar las desyerbas con azadón y los cultivos semestrales o anuales. En los sectores de mayor pendiente y a lo largo de las corrientes de agua es necesario mantener una cobertura vegetal permanente con especies de la región. Corresponde a un 15% del área total.

- **Actividad Forestal Protectora (AFP).** Son los que no permiten la remoción del suelo, ni de la cobertura vegetal en ningún periodo de tiempo, por ser bosques protectores de márgenes de ríos, quebradas y afluentes.

Pertencen a esta clase las zonas adyacentes de los ríos Combeima, Chipalo, Alvarado y de las quebradas El Volcán, Panelas, Cay, Tejar, Chipalito, entre otras, que por su valor comercial y función reguladora de aguas, se encuentran en vía de extinción.

Su capacidad más apropiada son las reforestaciones en los sitios que no tienen cobertura vegetal, procurando además la conservación de las franjas de protección natural existentes; se constituyen en la mejor estrategia de conservación y control de suelos con alta humedad, debido a la regulación hidrológica que el bosque ejerce en zonas inestables de esta naturaleza. Esta unidad ocupa un 10% del total del área de estudio.

- **Actividad Forestal Productora - Protectora (AFPP).** Son aquellas áreas que no requieren la remoción continua y frecuente de suelo, aunque lo dejen desprovisto de árboles en áreas pequeñas y por tiempo relativamente corto, teniendo en cuenta que la extracción de madera es selectiva o por sectores, creando una protección al suelo por la cobertura vegetal remanente.

En los alrededores de la microcuenca de la quebrada Cay, Victoria, Tejar y Calambeo como también en la quebrada Volcana, Volcán se presentan áreas propias para el desarrollo de programas de aprovechamiento forestal con planes y proyectos específicos de regeneración natural, sucesión vegetal o reforestación. La unidad corresponde a un 20% del total del área de estudio.

- **Sector Urbano.** Para que podamos lograr un desarrollo coherente y un crecimiento armónico, el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), propone las siguientes áreas como capacidad de uso urbano, como un aporte a la conservación de los Recursos Naturales y una eficaz herramienta para instituciones públicas y privadas.

- **Áreas de Recuperación.** Las áreas de recuperación se encuentran constituidas por aquellas unidades territoriales identificadas con usos inadecuados en donde es necesaria la implantación de mecanismos de manejos orientados hacia prácticas forestales protectoras que aseguran la conservación y regulación de aguas.

En el área de referencia, esta unidad se encuentra distribuida sobre la superficie, conformando un amplio sector, donde se resalta especialmente la margen del río Combeima, desde el barrio Libertador hasta los límites del barrio Uribe; otros sectores se observan en los barrios: Villa del Sol, Jardín, Castilla entre otros. esta relacionado con la invasión de la zona protectora por viviendas y urbanizaciones mal planeadas, que disminuyen esta manera, la oferta ambiental del medio y acrecientan los fenómenos erosivos y de riesgo por la creciente intempestiva de estas corrientes de agua.

En estas se deben consolidar la aplicación de procesos dirigidos a la planificación ambiental, restricción de usos del suelo y así, reducir posibles consecuencias adversas sobre la población y la infraestructura socioeconómica.

- **Áreas de Especial Interés.** Comprenden las porciones de terreno cuya cobertura esta representada por bosques secundarios y vegetación de buen porte que constituyen las últimas reservas naturales de la ciudad. Se destacan así, el parque San Jorge, Liceo Nacional, Cerro de Pan de Azúcar, Parque Deportivo, entre otros. El manejo de estas áreas se debe estar encaminando a evitar la intervención antrópica para permitir que tales sectores cumplan con sus funciones ambientales como son, la regulación hídrica, el mantenimiento de la diversidad biótica y la conservación de los suelos.
- **Áreas de Expansión.** Hace referencia a aquellos sectores que por sus características geotécnicas y facilidad de dotarlas de equipamientos de servicios públicos, puede ser urbanizable previa adecuación de las áreas programadas comprende básicamente algunos sectores ubicados al oriente del perímetro actual de la ciudad.

1.2. SUBSISTEMA AGUA

1.2.1. Hidrografía. La ciudad de Ibagué y su área de influencia inmediata forma parte de cuatro (4) sistemas hídricos a saber: (subcuencas de los ríos Combeima, Chipalo, Alvarado y Opia). Dichos sistemas producto de la posición fisiográfica de sus sitios de nacimiento, extensión de sus áreas de captación y naturaleza tanto geológica como de suelos del territorio que atraviesan, les imprimen un comportamiento hidrológico en cuanto a niveles de torrencialidad diferentes, situación que permite para fines de planificación territorial clasificarlos en dos (2) niveles.

1.2.1.1. Sistemas Hídricos de Zona de Vertiente. Corresponde a los cuerpos de agua superficial de la cuenca de los ríos Combeima, Chipalo y Alvarado, cuyas áreas de captación muestran una topografía de pronunciada a fuertemente escarpada, con una alta pendiente racional en sus cauces, condiciones que se traducen en agua de mayor turbulencia, mejor oxigenación y mineralización y mayor capacidad de erosión y transporte. Dentro de está categoría y para el caso particular del área en cuestión, se

diferencia dependiendo de la conexión o no con el sistema volcánico, dos (2) clases de cuencas hidrográficas, dado que esta condición puede limitar y/o restringir la ocupación de algunos espacios geográficos para determinados fines. Bajo estos parámetros se tiene:

- Sistemas de vertiente con conexión aparato volcánico: río Combeima
- Sistemas de vertiente sin conexión con aparato volcánico: ríos Chipalo y Alvarado.

1.2.1.2. Sistemas Hídricos de Zona Plana. Caracterizados por mostrar un área de captación con topografía no pronunciada, pendientes racionales de sus cauces muy baja y forma oval oblonga a rectangular, aspectos que les imprime una baja a muy baja torrencialidad. A esta categoría pertenece la subcuenca del río Opia.

1.2.2. Oferta del recurso. La ciudad de Ibagué y su área de influencia inmediata forma parte de cuatro (4) sistemas hídricos (subcuencas de los ríos Combeima, Chipalo, Alvarado y Opia) cuyos caudales promedios anuales, según estudios hidrológicos específicos realizados por el CEDAR, CORTOLIMA (Plan de Manejo cuenca río Combeima Vol 6. 1991) IBAL³, y ESTUDIOS TÉCNICOS S.A.⁴, totalizan a la altura del perímetro urbano incluyendo para el presente caso la subcuenca del río Cócora (fuente de agua seleccionada para el acueducto alterno de la ciudad, aproximadamente 12.81 m³/Seg, distribuidos por subcuenca así:

Sistema Hídrico	Cubrimiento Ciudad		Q (m ³ /Seg)	Aporte (%)
	Has	%		
• Combeima	1437.98	25.8	6.14	47.9
• Chipalo	1897.95	34.0	1.44	11.3
• Alvarado	398.69	7.2	1.10	8.6
• Opia	1842.60	33.0	0.63	4.9
• Cócora			3.500	27.3

De otra parte y para los fines pertinentes de planificación del recurso, se ha de tener en cuenta que dichos valores (caudales y/o rendimientos hídricos) tienden a disminuir en forma notoria con el transcurrir del tiempo, como es el caso específico de la subcuenca del río Combeima, cuyo sistema se constituye actualmente en el 87.37% como fuente de abasto tanto de la ciudad como de sus zonas aledañas para los diferentes usos. Lo anterior se soporta en el análisis de la serie de registros de caudales medios y mínimos anuales interanuales para un periodo de nueve (9) años de la estación Montezuma, suministrados por el IDEAM y a un estudio de regresión realizado por el CEDAR sobre la misma, tal como se registra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Caudales medios y anuales interanuales para la serie 1980 - 1989 y Proyección de los mismos

Año	Número de orden (X_i)	Q. Medio (m³/Seg)
1. REGISTROS		
1980	1	8.207
1981	2	6.164
1982	3	6.443
1983	4	6.450
1984	5	7.612
1985	6	6.136
1986	7	6.480
1988	8	7.008
1989	9	6.898

2. PROYECCIÓN		
1995	15	6.331
1999	19	6.135
2000	20	6.086
2005	25	5.841
2010	30	5.596
2015	35	5.350
2020	40	5.105
2022	42	5.007
REGRESIONES		
$Q_{md} = 7.0673 - 0.04906 t \quad r = - 0.193$		

FUENTE: CORTOLIMA - CEDAR. Plan de Manejo Ambiental para la cuenca del río Combeima. Vol. 6 1991.

En el cuadro anterior se observa que el caudal medio anual desde el año de 1980 al año 2000, mostrará una reducción aproximada de 0.076 m³/Seg/año, equivalentes a una tendencia negativa total para el periodo analizado del 38.99% del caudal mostrado al inicio del mismo.

De otro lado para los fines pertinentes de mantenimiento ambiental de los sistemas, la oferta bruta (teórica) deberá ser afectada en un porcentaje de reducción como mínimo, entre el 15% y el 20% (caudal de preservación), lo que da como resultado un caudal neto de 10.25 m³/Seg.

Para fines de aprovechamiento del recurso, se ha de tener en cuenta adicional al caudal circulante por los diferentes sistemas hídricos, la capacidad total de infraestructura instalada, premisa que se constituye en la denominada oferta real de agua. De esta forma actualmente se oferta un caudal real de 12.25 m³/Seg, distribuido por uso así:

Tipo de consumo	L.P.S.	Q (m³/Seg)
------------------------	---------------	------------------------------

• Urbano		
– Acueducto Central	1500.00	1.50
– Acueductos satelites-Combeima	117.24	0.12
– Acueductos satelites-Chipalo	100.93	0.10
• Agrícola		
– Sistema riego-Combeima	4639.00	4.64
– Sistema riego-Chipalo	641.36	0.64
– Sistema riego-Alvarado	749.36	0.75
• Energético	4500.0	4.50

1.2.3. Demanda del recurso. Las diversas actividades que realiza el hombre tanto para subsistir como para el logro de un desarrollo armónico conjuntos, requieren del aprovechamiento del recurso hídrico en una cantidad y calidad claramente definida en el tiempo y el espacio, de manera que ella sea congruente con la disponibilidad y sustentabilidad que ha de imprimirsele.

De esta forma y con miras a evaluar el argumento expuesto, se ha identificado y determinado a nivel del sector urbano y su área inmediata de influencia los siguientes tipos de uso:

a. Demanda actual. Según información suministrada por el IBAL y estudios realizados por el CEDAR y la Compañía ESTUDIOS TÉCNICOS S.A., el casco urbano de Ibagué y su área de influencia (meseta de Ibagué), esta demandando actualmente un caudal bruto de 11.86 m³/Seg., de los cuales el 11.22%, es decir 1.33 m³/Seg., corresponde a uso exclusivo de la ciudad. Como se registra en el cuadro No. 2, los consumos se distribuyen así:

- **Consumo residencial.** Partiendo de un consumo percapita promedio de 225 LPD, se requiere para una población de 427.888 habitantes (año 1999) de un caudal de 1114.3 Lts/Seg., equivalentes a una demanda anual de 35'140.302m³, es decir 96'274.800 LPD. La demanda registrada como se muestra en el cuadro No. 3, es cubierto en su totalidad, através de 30 sistemas de abasto, de los cuales tan sólo el Acueducto Central cumple con las especificaciones en cuanto a potabilización del agua.

Cuadro 2. Demanda Actual Bruta de Agua para los diferentes usos y porcentaje de Participación de la misma por Sistema Hídrico. Ciudad Ibagué y área inmediata de Influencia. 1999.

TIPO CONSUMO	DEMANDA GLOBAL		PARTICIPACIÓN (%)	DEMANDA POR SISTEMA HÍDRICO							
	L.P.D.	m ³ /Seg.		Combeima		Chipalo		Alvarado		Opia	
				m ³ /Seg.	%	m ³ /Seg.	%	m ³ /Seg	%	m ³ /Seg.	%
1. Residencial	96'274.800	1.114	9.43	1.013		0.101					
2. Comercial	7264774	0.084	0.71	0.084							
3. Industrial	2875365	0.033	0.28	0.033							
4. Oficial	2104960	0.024	0.20	0.024							
5. Hidroenergético	388800000	4.500	38.09	4.500							
6. Agrícola	520967808	6.030	51.04	4.639		0.641		0.750	6.32		
7. Otros usos	2635200	0.030	0.25	0.030							
TOTAL	1020922907	11.815	100.00	10.323	87.37	0.742	6.28	0.750	6.35		

Cuadro 3. Cubrimiento actual de demanda para consumo de agua residencial

SISTEMA ABASTO	No.	PARTICIPACIÓN (L.P.D.)	PARTICIPACIÓN CUBRIMIENTO (%)
• Acueducto Central (IBAL)	1	77'424.912.0	80.4
• Acueductos Satélites - Río Combeima	19	10'129.536.0	10.5
• Acueductos Satélites - Río Chipalo	10	8'720.352.0	9.1
TOTAL	30	96'274.800.0	100.0

- **Consumo Comercial.** Para un total de 5566 suscriptores y un consumo percapita promedio de 39.70 m^3 por mes, el acueducto central anualmente esta aportando en forma aproximada $2'651.642.4 \text{ m}^3$, correspondiente a una demanda de $7'264.774 \text{ L. P.D.}$
- **Consumo Industrial.** Considerando una facturación de 87.459 m^3 mensuales de agua, dado por las veinte (20) industrias más consumidoras de éste recurso, se tiene que el acueducto central esta aportando por este concepto $1'049.508 \text{ m}^3$ anuales, equivalentes a una demanda de $2'875.365 \text{ L.P.D.}$
- **Consumo Oficial.** Para un total de 264 suscriptores y un consumo percapita de $239.2 \text{ m}^3/\text{mes}$, el acueducto central aporta anualmente 757785.6 m^3 , equivalentes a una demanda de $2'104.960 \text{ L.P.S.}$
- **Consumo Hidroenergético.** Del río Combeima para fines de abastecimiento de dos (2) subestaciones eléctricas, pertenecientes a la Electrificadora del Tolima y Centrales Eléctricas del Tolima, se capta un caudal retornable en su totalidad al río de 4500 Lts/Seg. , equivalentes a una demanda promedio anual de $141'912.000 \text{ m}^3$, es decir 388.8 millones L.P.D.
- **Consumo Agrícola.** Por este concepto para irrigar aproximadamente 7000 has de la meseta de Ibagué, CORTOLIMA ha concesionado un caudal de 6029.72 Lts/Seg. , distribuidos así: 4639 Lts/Seg. río Combeima, 641.36 Lts/Seg. río Chipalo y 749.36 Lts/Seg. río Alvarado. Dicho caudal representa una demanda anual de $190'153.250 \text{ m}^3$, es decir $520'967.808 \text{ L.P.D.}$
- **Otros Usos.** Hace referencia al consumo recreacional e industrial cuya captación es independiente del acueducto Central, el que se estima en 30.5 Lts/Seg. , es decir a una demanda de 961.848 m^3 , equivalentes a $2'635.200 \text{ L.P.D.}$

Teniendo en cuenta un caudal de retorno como aguas servidas del 80% del caudal ofertado através de los diferentes sistemas de acueducto y que el caudal concesionado para consumo hidroenergético retorna en su totalidad a la fuente de abasto, se tiene que la demanda real es de $6.29 \text{ m}^3/\text{Seg.}$, calculada através de la siguiente expresión:

$$D_r = D_B - Q_R$$

Donde D_r = Demanda Real (m^3/Seg)

D_B = Demanda bruta o caudal total de consumo para los diferentes usos ($\text{m}^3/\text{Seg.}$)

Q_r = Caudal de retorno ($\text{m}^3/\text{Seg.}$). r. Equivalente a $5.53 \text{ m}^3/\text{Seg.}$, distribuidos así: aguas servidas $1.03 \text{ m}^3/\text{Seg.}$, consumo hidroenergético

$4.5 \text{ m}^3/\text{Seg.}$

b. Demanda Potencial. De acuerdo a las proyecciones de crecimiento tanto de población de la ciudad (grupo P.O.T.), como del número de suscriptores para otros usos de agua diferente al residencial (CEDAR 199), y el criterio de mantener

constante los consumos de agua para fines energéticos, agrícola e industriales, dado el comportamiento o tendencia que dichos sectores muestran, se tiene como se registra en el cuadro No. 4, una demanda bruta aproximada para el año 2022 de 12.70 m³/Seg., es decir un requerimiento de 1'097.476.5m³.P.D. La demanda potencial real, es decir el valor resultante de cruzar las proyecciones de consumo con los caudales de retorno que serán reutilizados, se estima que para el año en referencia (2022), es de 6.47 m³/Seg., equivalentes a un requerimiento neto de 559.008.0 m³.P.D., calculados así:

Donde $D_{pr} = D_{pb} - Q_R$
Dpr = Demanda Potencial real (m³/Seg.)
D_{pb} = Demanda Potencial Bruta o Caudal Total de consumo para los diferentes usos (m³/Seg.)
Q_R = Caudal de retorno (m³/Seg.) equivalentes a = 6.23 m³/Seg., distribuidos así: aguas servidas 1.73 m³/Seg., consumo hidroenergético 4.5 m³/Seg.

1.2.4. Disponibilidad del Recurso. Determinado por la diferencia entre la oferta neta y demanda actual real, que opera dentro del espacio geográfico objeto de estudio. De esta forma el caudal circulante aún utilizable se estima que es de 1.16 m³/Seg., equivalentes al 15.6% del caudal neto ofertado por los diferentes sistemas, sin incluir en ello el correspondiente al del río Cócora por ser una fuente de abasto en proyección.

**Cuadro 4.. Demanda bruta potencial de agua para los diferentes usos. Ciudad de Ibagué y área inmediata de influencia.
Año 1999.**

AÑO	USO RESIDENCIAL		USO COMERCIAL		USO OFICIAL		USO INDUSTRIAL	USO AGRÍCOLA	USO ENERGÉTICO	TOTAL DEMANDA BRUTA	
	Poblac.	Demanda (LPD)	No. Suscript* ₁	Demanda (LPD)	No. Suscript* ₂	Demanda (LPD)	Demanda Constante (LPD)	Demanda (LPD)	Demanda (LPD)	(m ³ .P.D.)	m ³ /Seg
2000	438172	98588700	4746	6280382	445	3548118	2875365	520967808	388800000	1021060.4	11.82
2001	448703	100958175	4934	6529162	465	3707584	2875365	520967808	388800000	1023838.1	11.85
2002	459486	103384350	5122	6777943	485	3867050	2875365	520967808	388800000	1026672.5	11.88
2003	470528	105868800	5310	7026723	505	4026516	2875365	520967808	388800000	1029565.2	11.92
2004	481834	108412650	5498	7275503	525	4185982	2875365	520967808	388800000	1032517.3	11.95
2005	493412	111017700	5686	7524284	545	4345448	2875365	520967808	388800000	1035530.6	11.98
2006	505268	113685300	5874	7773064	565	4504914	2875365	520967808	388800000	1038606.4	12.02
2007	517407	116416575	6062	8021845	585	4664380	2875365	520967808	388800000	1041746.0	12.06
2008	529838	119213550	6250	8270625	605	4823846	2875365	520967808	388800000	1044951.2	12.09
2009	542567	122077575	6438	8519405	625	4983312	2875365	520967808	388800000	1048223.5	12.13
2010	555601	125010225	6626	8768186	645	5142778	2875365	520967808	388800000	1051564.4	12.17
2011	568947	128013075	6814	9016966	665	5302244	2875365	520967808	388800000	1054975.4	12.21
2012	582614	131088150	7002	9265747	685	5461170	2875365	520967808	388800000	1058458.2	12.25
2013	596608	134236800	7190	9514527	705	5621176	2875365	520967808	388800000	1062015.7	12.29
2014	610937	137460825	7378	9763307	725	5780642	2875365	520967808	388800000	1065647.9	12.33
2015	625610	140762250	7566	10012088	745	5940108	2875365	520967808	388800000	1069357.6	12.35
2016	640635	144142875	7754	10260868	765	6099574	2875365	520967808	388800000	1073146.5	12.42
2017	656020	147604500	7942	10509649	785	6259040	2875365	520967808	388800000	1077016.4	12.47
2018	671773	151148925	8130	10758429	805	6418506	2875365	520967808	388800000	1080969.0	12.51
2019	687904	154778400	8318	11007209	825	6577972	2875365	520967808	388800000	1085006.8	12.56
2020	704422	158494950	8506	11255990	845	6737438	2875365	520967808	388800000	1089131.6	12.60
2021	721335	162300375	8694	11504770	865	6896904	2875365	520967808	388800000	1093345.2	12.65
2022	737882	166023450	8882	11753551	885	7056370	2875365	520967808	388800000	1097476.5	12.70

Ecuaciones para proyección

*1 $ye = 1174 + 188t; r = 0.833$

*2 $yo = 65 + 20t; r = 0.96$

FUENTE CEDAR

FUENTE CEDAR

1.2.5. Hidrogeología. La Hidrogeología es una rama de la geología que estudia las aguas subterráneas. Esta a su vez, procede de la lluvia que se infiltra en el subsuelo. La capacidad de agua que se infiltre depende de la naturaleza del subsuelo (Permeable o impermeable), de la inclinación del mismo, y de la cobertura vegetal.

El agua infiltrada puede rellenar los espacios vacíos en el subsuelo formando acuíferos, los cuales en muchos casos alcanzan grandes dimensiones siendo fuentes de agua potable para una comunidad.

En el presente estudio se han determinado las características de las diferentes rocas aflorantes de lo cual se puede inferir su potencial como unidades hidrogeológicas. Teniendo como base el inventario de pozos de la meseta de Ibagué, realizado por INGEOMINAS-CORTOLIMA 1997, se puede observar la distribución de los pozos en la zona aledaña a Ibagué.

1.2.5.1. Unidades Hidrogeológicas. Son aquellas unidades litológicas que por su permeabilidad pueden almacenar agua conformándose como acuíferos importantes.

En la caracterización estratigráfica del numeral 1.1.1.1, se han dado las características litológicas principales de las diferentes unidades estratigráficas, lo que permite agruparlas en unidades hidrogeológicas.

Los sedimentos no consolidados generan una primera división por poseer porosidad primaria, pero algunos de ellos presentan restricciones a la producción de agua por su espesor, extensión o por su posición estratigráfica. El abanico de Ibagué, es la unidad principal productora de agua por su espesor y características de permeabilidad.

La segunda división se realiza teniendo en cuenta sedimentos consolidados y roca. Estos a su vez pueden ser subdivididos en permeabilidad media, baja y nula.

Las terrazas aluviales, depósitos lagunares y depósitos de abanico presentan buena permeabilidad, pero debido a su poco espesor solo presentan posibilidades a nivel local o se constituyen en zona de recarga. Los niveles arenosos y de gravas permeables del abanico de Ibagué, presentan las mejores concisiones debido a su permeabilidad y espesor.

La Investigación geoelectrica realizada por INGEOMINAS-CORTOLIMA, 1997, muestra buenas condiciones especialmente en los sectores del salado, sobre el sector hundido de la falla de Ibagué, y sector del aeropuerto Perales. Estas condiciones son mejores en el sector Buenos Aires-Doima. Las características hidrogeológicas se resumen en el cuadro 5.

Cuadro 5. Características hidrogeológicas de las Formaciones

Sedimentos No Consolidados	Arenas arcillosas limosas con niveles de conglomeraos en matriz arenolimsa.	Compactación baja a media, buena a alta, buen potencial Acuíferos	Ninguna	Ofrece bajas perspectivas por los espesores que presenta
	Gravas, arenas y limos mal seleccionados. Presencia de niveles arcillosos	Compactación baja, porosidad baja a media, baja permeabilidad	Ninguna	Puede servir para abastecimiento local en zona de recarga
	Tobas, conglomerados niveles de arenas y arcillas.	Compactación media, permeabilidad y porosidad media-alta Acuífero	Moderada	Ofrece las mejores perspectivas
Sedimentos Consolidados	Rocas ígneas intrusivas (Granodioritas, tonalitas)	Alta compactación, porosidad baja, compactación alta, permeabilidad baja . Constituye el basamento hidrogeológico, por su baja porosidad, permeabilidad y alta compactación. Los niveles superiores podrían estar alterados, con porosidad baja a media	Ninguna	Requiere estudio

1.2.5.2. Inventario de Puntos de Agua. Un punto de agua es un lugar natural o artificial, que permite un acceso directo o indirecto a un acuífero. Por lo tanto son puntos de agua un aljibe, un pozo, un manantial, etc. El inventario de puntos de agua, se realiza con el fin de observar el potencial de aguas subterráneas en la zona de estudio; de este se observa que en la zona del abanico de Ibagué, sector Ibagué-Doima se encuentran 61 pozos y 11 aljibes, que dan idea del potencial acuífero de la región.

1.2.5.3. Calidad del Agua Subterránea. Las aguas que se encuentran en el subsuelo alrededor del municipio se clasifican en su mayoría como aguas bicarbonatadas calcio y/o magnésicas. Otras características de esta agua son durezas que oscilan entre 160 y 305 mg/L de CaCO₃. El contenido de magnesio en algunos casos están dentro del rango admisible de potabilidad para consumo humano.

Concluye el estudio antes mencionado que el 57% del agua subterránea en pozos y aljibes es químicamente potable y la impotabilidad es dada principalmente por su alto contenido de dureza total. Igualmente, la calidad bacteriológica de las aguas subterráneas

es excelente, pues carece de culiformes o bacterias nocivas, los cuales de presentarse indicarían contaminación de los acuíferos o mal sistema constructivo del pozo.

Para consumo humano, solo es necesario realizar un tratamiento simple que permita bajar la dureza y algún contenido de hierro.

1.2.5.4. Áreas con diferente potencial acuífero.

- **Sector Buenos Aires-Doima.** Es el área con mejores perspectivas puesto que presenta entre otras ventajas, un gran espesor de materiales del abanico (300 metros).
- **Sector de la falla de Ibagué.** Comprende desde el Salado al occidente hacia la Hacienda Leticia al oriente, sector en el cual los sedimentos del acuífero, son muy espesos debido a una paleocuenca formada por el bloque hundido de la falla de Ibagué. Se registran espesores cercanos a los 300 metros.
- **Sector Alto Combeima - Carmen de Bulira.** Es un sector inexplorado con buenas perspectivas de acuerdo con los estudios geoelectricos realizados, que corresponden a materiales probablemente arenosos y conglomeráticos. La zona de más interés se encuentra entre las veredas El Totumo y El Rodeo.
- **Sector Ibagué-Hacienda Piamonte.** Aunque se presentan aprovechamientos sobre este sector, las productividades no son tan altas debido principalmente a la disminución del espesor del acuífero, principalmente debido a la presencia de un alto estructural en el subsuelo, el cual separa dos subcuencas hídricas subterráneas (INGEOMINAS-CORTOLIMA, 1997).

1.2.5.5. Descarga-Recarga. La mayor parte de las unidades que bordean el abanico de Ibagué se pueden considerar como zona de recarga del acuífero, teniendo en cuenta además sus características litológicas y estructurales; sin embargo, por el estado del conocimiento actual, no se puede calcular la cuantía del valor de está recarga, por lo cual la única considerada es la aportada por la precipitación.

Tipo de suelo	Área del abanico cubierta por cada tipo de suelo	Recarga del suelo	recarga anual del Acuífero
Franco - Arenoso	212*10 ⁶ m ²	0.2286 m/año	48.463.200m ³ /año
Arenoso - Franco	196.5*10 ⁶ m ²	0.1307 m/año	25.682.580m ³ /año
RECARGA TOTAL			74.145.750m³/año

Caudal Promedio Descargado	Horas de Uso Diario Promedio	Descarga Anual
Pozos: 2000 L/S	12	31.104.000m ³ /año
Aljibes: 0.38 L/S	6	11.880m ³ /año
Manantiales: 100 L/S	24	3.110.400m ³ /año
TOTAL DESCARGA		34.226.280m³/año

Fuente: INGEOMINAS - CORTOLIMA. 1997

Para el cálculo de las reservas explotables se parte de la expresión:

$$Q_{exp} = K_1 Q_d + K_2 Q_{est} + K_3 Q_{at} + K_4 Q_{art}$$

Donde,

Q_{exp} , caudal explotable

$K_{1,2,3,4}$, Porcentajes de uso

Q_d , recursos dinámicos (Recarga de la precipitación)

Q_{est} , reservas estáticas (Volumen de agua en el acuífero)

Q_{at} , recursos atraídos de otras cuencas subterráneas, los cuales no se tienen en cuenta en el presente cálculo por su desconocimiento.

Q_{art} , recursos artificiales (Pérdidas en acueductos, canales de riego, etc.), no se tienen en cuenta en el presente cálculo.

$$Q_{est} = \text{área del acuífero} \times \text{espesor} \times \text{porosidad eficaz}$$

$$Q_{est} = 440 \times 10^6 \times 200 \text{ m} \times 0,10 \\ = 8,8 \times 10^9 \text{ m}^3$$

$$Q_{exp} = 1,0 \times 74.145.750 \text{ m}^3/\text{año} + 0,1 \times 8,8 \times 10^9 \text{ m}^3 \\ 954 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$$

Teniendo en cuenta lo anterior, la explotación actual del acuífero es del $34,3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$.

1.2.5.6. Calidad del Recurso. La calidad del recurso hídrico de la ciudad fue estimada con base en la información procedente de los distintos monitoreos que ha llevado a cabo al Subdirección de Gestión Ambiental de CORTOLIMA por mas de tres años, del Estudio del Perifiton del río Combeima realizado por Villa et al. (1997) y el estudio de Caracterización de los ríos Combeima y Chipalo ejecutado por CORCUENCAS (1998).

Los datos que se presentan para el río Combeima son el resultado de un año de muestreos quincenales continuos, los cuales se iniciaron en Agosto de 1996 y concluyeron en Junio de 1997, y se encuentran en el estudio desarrollado por Villa et al. (1997). Los datos presentados de los ríos Chipalo y Alvarado, corresponden a los monitoreos realizados durante el presente año.

La presencia de plaguicidas en las aguas de los ríos Combeima y Chipalo, así como de su calidad para el uso en riego, fue establecida en el estudio realizado por CORCUENCAS en 1998. Durante este estudio se fijaron ocho estaciones para la toma de muestras, las cuales se presentan en el cuadro No. 6, algunas de ellas coinciden con las empleadas por CORTOLIMA, por lo tanto su comparación es aceptable.

Cuadro No. 6. Ubicación de las Estaciones de Muestreo para la Caracterización de los Ríos Combeima y Chipalo.

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	COORDENADA	
		X	Y
Río Combeima			
M-1	Aguas arriba de la bocatoma del mpio de Ibagué.	988.067	865.877
M-2	Barrio Santofimio	982.796	870.556
M-3	Aguas arriba bocatoma canal Aguas del Combeima (Laserna).	979.941	877.613
M-4	Aguas sobrantes lote Piedras Negras (Abajo de Puente Blanco).	973.191	886.245
Río Chipalo			
M-5	Puente El Silvador, Barrio Entrerrios	983.288	876.292
M-6	Puente El Topacio, Barrio El Topacio	983.318	878.812
M-7	Punto N° 7: Aguas arriba bocatoma canal San Isidro	983.059	879.459
M-8	Aguas sobrantes lotes San Isidro (1.300 mt. Aguas abajo de la entrada principal Hacienda San Isidro, frente a la finca La Ceiba).	983.880	888.097

Fuente: CORCUENCAS, 1998.

Para las distintas estaciones, en cada uno de los ríos, se hizo una toma de muestra puntual y se llevaron a cabo los siguientes análisis IN SITU:

- 1.- Temperatura ambiente.
- 2.- Temperatura agua.
- 3.- pH.
- 4.- Conductividad eléctrica.
- 5.- Oxígeno disuelto.

Para obtener estos datos se utilizó un pHmetro digital, marca CRISON, el cual proporcionó los datos de pH, con una precisión de 0.1 unidades, y de temperatura con una precisión de 0.1 °C.; un conductímetro digital marca CRISON, el cual proporcionó los datos de conductividad eléctrica en micro Siemens por centímetro (uS/cm.) y, un oxímetro digital marca Scott Gerate CA-818, el cual proporcionó los datos de oxígeno disuelto con una precisión de 0.1 mgO₂/l.

Cada muestra puntual incluía una muestra de 3.8 litros para realizar los análisis de alcalinidad total, dureza total, turbiedad, sólidos suspendidos y totales, demanda química de oxígeno (DQO) y hierro (Fe). Todas la muestras fueron refrigeradas en hielo, como medida de preservación durante su transporte.

Los análisis fisico-químicos fueron realizados en el Laboratorio Ambiental del Tolima-CORTOLIMA en Ibagué; estos análisis se efectuaron siguiendo los métodos aprobados por APHA y AWWA (Standart Methods for Examination of Water and Wastewater, 1993). La determinación de Plaguicidas (Especialmente Metilcarbamatos) empleó el método de Cromatografía Líquida de Alta Presión (HPLC), con derivación post-columna, utilizada por el Laboratorio de ICA en Tibaitatá (Cundinamarca).

Tanto para el río Combeima como para el río Chipalo se hallaron el Índice de Contaminación por Mineralización (ICOMI), Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO) e Índice de Estado Trófico (IET), estos índices permiten combinar distintos parámetros físico-químicos y biológicos facilitando una mejor interpretación sobre la dinámica de estos cuerpos de agua. El IET se toma solo para el río Combeima, ya que aquí es donde se tienen suficientes datos para que su correcta evaluación, los resultados que se tienen de este índice para el río Chipalo son puntuales.

- **Río Combeima.** Las estaciones ubicadas en este río fueron Juntas, Villa Restrepo, Bocatoma del acueducto, zona industrial de Chapetón y El Totumo. Los resultados indican que el río mantiene sus aguas neutras a lo largo del año y de su recorrido (Cuadro No. 7); los valores de alcalinidad y dureza muestran una corriente hídrica una buena capacidad de amortiguación a los cambios bruscos del pH, el valor mas alto que se observa en la estación Chapetón parece ser consecuencia del vertimiento de la zona industrial, 132.6 mg CaCO₃/L de alcalinidad y 115.8 mg CaCO₃/L.

Cuadro No. 7. Caracterización fisico-química del río Combeima.

Parámetro	Juntas	Villa Restrepo	Acueducto	Chapetón	El Totumo
Temp. °C agua	16.7	17.2	17.6	19.1	21.2
Temp. °C aire	20.4	17.2	21.6	22.1	22.9
pH	7.5	7.3	7.3	7.5	7.4
Conductividad μS/cm	329.5	300.1	309.8	454.1	272.1
Alcalinidad mg CaCO ₃ /L	108.0	106.1	101.4	132.6	98.8
Dureza mg CaCO ₃ /L	126.3	121.5	109.3	115.8	99.3
Oxígeno Disuelto mg O ₂ /L	8.1	7.9	7.6	7.1	7.0
DQO mg O ₂ /L	25.1	26.9	30.9	83.3	53.3
DBO mg O ₂ /L	16.1	17.9	30.6	41.6	32.1
Turbiedad UNT	21.0	25.5	30.8	49.4	53.3
S.S.T. mg/L	286.1	307.9	274.3	350.2	372.0
S.S. mg/L					
Hierro mg Fe/L	0.22	0.23	0.24	0.64	0.55

Fuente: Villa et al., 1997

La conductividad muestra valores elevados aún en su parte alta, esto se debe a que el río transporta una gran cantidad de minerales provenientes de distintos afluentes térmicos; sin embargo, puede verse que hasta la bocatoma del acueducto los valores tienden a ser estables, notándose un brusco aumento en la zona industrial de Chapetón, esto como consecuencia de la carga vertida en el sector.

Lo anterior se ve corroborado con los valores obtenidos en el Índice de Contaminación por Mineralización (ICOMI), el cual varía muy poco a lo largo de los muestreos. Sin embargo, se observa un gradiente de tipo espacial entre las estaciones M1 y M2 (Cuadro

No. 8), con un mejoramiento de la calidad del agua en lo que respecta a la mineralización desde M1 hacia M2.

La ligera variación en la mineralización entre M2 y M3 podría explicarse por el aporte de los distintos afluentes provenientes de La Martinica y por los vertimientos urbanos. Es también probable que estos pequeños coincidan con los ciclos de abonamiento en los cultivos aledaños a las márgenes del río y sus afluentes.

Cuadro No. 8. Índice de Contaminación por Mineralización (ICOMI) para los ríos Combeima y Chipalo, valores promedio.

COMBEIMA				CHIPALO			
M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
0.55	0.50	0.55	0.50	0.59	0.70	0.59	0.71

Fuente: CORCUENCAS, 1998

El comportamiento de la turbiedad y los sólidos totales sigue un patrón normal, es decir que en la medida que el río recibe afluentes la concentración de partículas aumenta de forma sostenida. Sin embargo, es notoria la influencia de los vertimientos de la zona industrial de Chapetón y de los diferentes vertimientos domésticos al entrar en el área de influencia de la ciudad.

El aumento sostenido del DQO y DBO a lo largo del río, se ve incrementado en las estaciones de Chapetón y El Totumo, lo cual es una muestra del impacto que tanto los vertimientos industriales como urbanos tienen sobre el río. Sin embargo, se observa que aunque la concentración de oxígeno disuelto cae a lo largo de su recorrido, los valores que sostiene son capaces de mantener la capacidad de carga del sistema. Esto se corrobora con los resultados obtenidos en el Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO), el cual muestra un aumento leve pero sostenido a lo largo del río (Cuadro No. 9), situación explicable por que el número de vertimientos domésticos aumenta con el transcurso del río por la ciudad.

Cuadro No. 9. Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO) para los ríos Combeima y Chipalo, valores promedio.

COMBEIMA				CHIPALO			
M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
0.65	0.68	0.73	0.74	0.79	0.80	0.80	0.81

Fuente: CORCUENCAS, 1998

En cuanto a los plaguicidas, de acuerdo con el estudio de CORCUENCAS, sólo se detectaron trazas de Carbamatos, las cuales corresponden a Aldicarb, Aldicarb sulfóxido, Aldicarb sulfona, Metomyl, Carbofuran, 3-Hidroxicarbofuran, Carbaryl y Metiocarb en concentraciones que no sobrepasan los 9 ng/l, en el canal de salida del lote Piedras Negras (sector de Puente Blanco) durante el primer muestreo. La presencia de estos compuestos estaría indicando que al menos en los lotes aledaños a la estación de

muestreo se han aplicado en alguna época, y lo observado corresponde al lavado del sistema de riego en estos suelos.

El estudio de CORCUENCAS considera que las aguas provenientes del río Combeima no presentan inconvenientes, es decir que no hay restricciones, para su uso en los sistemas de riego, ya que todos los valores analizados se encuentran dentro de los rangos considerados como normales para este tipo de aguas.

Al calcular el IET se clasificó el río Combeima como un ecosistema mesotrófico, ya que su IET = 40.9; este comportamiento se observa en todos las zonas muestreadas, teniendo entonces para el Totumo un IET = 41.4, para Chapetón IET = 40.4, Acueducto IET = 41.2, Villa Restrepo IET = 40.5 y Juntas IET = 41.2 (Cuadro No. 10).

Cuadro No. 10. Valores del Índice del Estado Trófico (IET) y promedios de Productividad Bruta (gr/m^2), clorofila a ($mcgr/m^2$) y feofitina ($mcgr/m^2$) en el río Combeima.

Zona de Muestreo	IET	Productividad Bruta gr/m^2	Clorofila a $mcgr/m^2$	Feofitina $mcgr/m^2$
TOTUMO	41.4	3.6253	3002.4325	3104.2345
CHAPETÓN	40.4	27.8787	2722.4441	3084.1185
ACUEDUCTO	41.2	18.3682	2969.9368	3946.7400
VILLA RESTREPO	40.5	46.3786	2767.6300	5117.0549
JUNTAS	41.2	18.0560	2971.7602	3346.0294

Fuente: Villa et al, 1997

- **Río Chipalo.** Las estaciones se ubicaron en el Barrio Ancón, Mi Botecito, Barrio Villa Pinzón, Barrio Entreríos, Barrio El Topacio y Hacienda Santa Ana. (Cuadro No. 11). Los resultados muestran que el pH es básico y se mantiene como tal a lo largo del tramo estudiado. El comportamiento de la alcalinidad y la dureza, las cuales tienen valores bajos en la parte alta (86.3 y 90.0 mg $CaCO_3/L$, respectivamente), obedece al aporte de los distintos afluentes al río, observándose una fluctuación moderada entre Mi Botecito, Villa Pinzón y Entreríos.

Cuadro 11. Caracterización Físico-Química del Río Chipalo.

Parámetro	Ancón	Mi Botecito	Villa Pinzón	Entreríos	El Topacio	Sta. Ana
T °C agua	19.8	19.9	21.5	21.3	21.7	21.7
T °C aire	21.7	21.9	22.3	22.8	23.1	23.4
pH	6.9	7.4	7.2	7.3	7.3	7.4
Conductividad $\mu S/cm$	101.0	132.0	130.0	210.0	212.0	259.0
Alcalinidad mg $CaCO_3/L$	86.3	149.2	113.6	150.5	160.9	176.1
Dureza mg $CaCO_3/L$	90.0	166.0	124.0	166.0	172.0	187.0
Oxígeno Disuelto mg O_2/L	6.8	5.1	5.1	5.5	6.0	5.8
DQO mg O_2/L	17.1	17.1	35.2	35.2	35.2	35.2
Turbiedad UNT	97.0	108.0	161.0	189.0	181.0	169.0

S.S.T. mg/L	316.0	531.0	824.0	997.0	996.0	231.0
S.S. mg/L	248.0	494.0	800.0	868.0	118.0	46.0
Hierro mg Fe/L	0.53	0.19	0.18	0.15	0.04	0.04

Fuente: CORTOLIMA, 1999.

Se observa que la conductividad aumenta sensiblemente desde la parte alta (101 $\mu\text{S}/\text{cm}$), donde los vertimientos son menores, hacia la parte baja (259 $\mu\text{S}/\text{cm}$), ya que en este punto prácticamente todos los vertimientos domésticos han tenido lugar. Este aumento en la conductividad condiciona el uso del agua, ya que aumenta su capacidad de corrosión.

El estudio de CORCUENCAS nota un aumento en la mineralización hacia la parte baja del río, el cual parece estar asociado a las adiciones de descargas urbanas debido a las altas cargas de sedimentos y minerales de las mismas; esto explicaría los altos valores encontrados en los Índices de Contaminación por Mineralización.

Siguiendo el mismo patrón de la conductividad, la turbiedad aumenta desde la parte alta (97 UNT) hacia la parte baja (169 UNT), aunque el mayor valor se observa en Entreríos (189 UNT); este comportamiento es predecible ya que gran parte del mismo se debe al aporte de las distintas quebradas al río, mas que al vertimiento de los diferentes sistemas de alcantarillado que vierten a él. Esto se corrobora al observar el comportamiento de los Sólidos Suspendidos Totales y Sólidos en Suspensión, los primeros muestran un comportamiento similar al observado en la Turbiedad (parte alta 316 mg/L y parte baja 231 mg/L), mientras los segundos caen bruscamente en la estación El Topacio (118 mg/L) y Hacienda Santa Ana (46 mg/L), lugares estos donde no existe ningún afluente importante del río; es decir que la mayoría de los sólidos totales y de la turbiedad obedece a los aportes de los afluentes.

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) muestra un incremento entre la parte alta (17.1 mg O_2/L) y la parte baja (35.2 mg O_2/L), indicando la presencia de dos masas de agua definidas, la primera de ellas llegaría hasta el sector de Mi Botecito. Es probable que el aumento en el caudal del río Chipalo le permita mantener un valor estable de DQO a pesar de estar recibiendo carga aguas abajo.

El Índice de Contaminación por Materia Orgánica hallado en el estudio de CORCUENCAS muestra valores correlacionados con aguas que llevan altos contenidos de materia orgánica; estos valores son la respuesta directa a las altas tasas de descarga de aguas residuales. Esto parece corroborarlo el comportamiento del Oxígeno Disuelto, 6.8 mg en la parte alta y 5.8 mg en la parte baja.

El comportamiento de la concentración de hierro, 0.53 mg Fe/L en la parte alta y 0.04 mg Fe/L en la parte baja, indican que el río tiene capacidad de dilución sobre este elemento y, al parecer, la fuente de ingreso del mismo a sistema es en la parte alta.

En cuanto a los plaguicidas, CORCUENCAS encontró trazas de Carbamatos, especialmente Carbofuran y su metabolito 3-Hidroxicarbofuran, en todas las estaciones de muestreo, incluyendo aquellas que son de influencia netamente urbana, lo que al parecer indicaría que el aporte de estos compuestos estaría determinado por las áreas de cultivo ubicadas en las microcuencas que abastecen al río Chipalo. Posteriormente son

nuevamente detectadas trazas de Carbamatos, pero sólo en la estación correspondiente al lote San Isidro.

El estudio de CORCUENCAS considera que para riego las aguas del río Chipalo son de mineralización media, por lo que pueden emplearse con un grado moderado de lavado, pudiéndose cultivar plantas que sean moderadamente tolerables a las sales, y las posibilidades de alcanzar altas concentraciones de sodio intercambiable son escasas. Sin embargo, los valores de cloruros encontrados en el canal San Isidro para algunos periodos son mayores a 3 miliequivalentes/L, lo cual las condicionaría por sales tóxicas.

- **Río Alvarado.** Los estudios y caracterizaciones fisico-químicas sobre este cuerpo de agua se iniciaron recientemente y, por lo tanto, no se cuenta con información suficiente para hallar los índices de contaminación por mineralización (ICOMI), por materia orgánica (ICOMO) y de estado trófico (IET). Los monitoreos desarrollados por CORTOLIMA han fijado tres estaciones de muestreo, las cuales están ubicadas a la altura del Barrio El Salado, El País y El Puente.

Los resultados (Cuadro No. 12) muestran que este río tiene aguas neutras a la altura del barrio El Salado (7.2 und) pero su pH se incrementa hasta hacerse ligeramente básico a la altura de la estación El Puente (8.0 und). Tanto la alcalinidad como la dureza muestran un comportamiento contrario al del pH, es decir parten con valores relativamente altos en El Salado (195.9 mgr CaCO_3/L de alcalinidad y 189 mgr CaCO_3/L de dureza) y bajan en la estación El Puente a 122.5 mgr CaCO_3/L y 106 mgr CaCO_3/L , de alcalinidad y dureza respectivamente. Una posible explicación a este fenómeno es la presencia de vertimientos domésticos y pecuarios en el sector del Barrio El Salado, que obligan al consumo de una buena cantidad de carbonatos y bicarbonatos para tratar de mantener el pH bajo control.

Cuadro No. 12. Caracterización Físico-Química de la parte alta del Río Alvarado.

Parámetro	El Salado	El País	El Puente
T °C agua	19.0	20.0	22.1
T °C aire	22.4	22.7	25.6
pH	7.2	7.4	8.0
Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$	213.0	125.0	125.0
Alcalinidad mg CaCO_3/L	195.9	132.4	122.5
Dureza mg CaCO_3/L	189.0	126.0	106.0
Oxígeno Disuelto mg O_2/L	3.8	6.5	6.1
DQO mg O_2/L	39.7	32.2	33.2
Turbiedad UNT	70.9	69.9	186.6
S.S.T. mg/L	260.0	217.0	894.0
S.S. mg/L	100.0	68.0	784.0
Hierro mg Fe/L	0.19	0.07	0.45

Fuente: CORTOLIMA, 1999.

El comportamiento de la conductividad eléctrica, indicaría que en el Barrio El Salado (213.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$) es el sitio donde se lleva a cabo el mayor vertimiento al río, observando una recuperación aguas abajo. Esto parece corroborarlo la variación que se observa en el DQO, con una carga mas elevada en El Salado (39.7 mg O_2/L) y mas baja en las estaciones aguas abajo. El comportamiento del oxígeno disuelto ratificaría aún mas esta presunción, ya que parte de El Salado con una baja concentración (3.8 mg O_2/L), aumenta (6.5 mg O_2/L) en el sector de El País y, nuevamente, tiene una leve disminución en el sector de El Puente (6.1 mg O_2/L).

Sin embargo, tanto la turbiedad como los sólidos totales y en suspensión muestran un fuerte incremento en la estación El Puente, esto indicaría la presencia de un afluente o un vertimiento de origen no doméstico en este sector. Igual comportamiento se observa con respecto al hierro, una disminución en el sector de El País y un fuerte aumento en El Puente.

1.3. SUBSISTEMA FLORA

La sobreexplotación de la cobertura vegetal y de las áreas forestales se han convertido en procesos erosivos del área de influencia de la ciudad de Ibagué, preferencialmente estos sitios se localizan en los cerros de la Martinica, zona de ladera de la cuenca del río Chipalo (franco Norte de la ciudad). Las causas de la deforestación se pueden atribuir a la ampliación de actividades agropecuarias.

De acuerdo con los factores ambientales (temperatura, precipitación y evapotranspiración) y según el método de clasificación de los tipos de vegetación por Holdrige (Espinal y Montenegro 1963). La región objeto de estudio corresponde en un 80% a la formación bosque húmedo premontano (Bh -PM), se localiza en la zona centro de la ciudad entre la cota 1000 a 2000 m.s.n.m.; adicionalmente el 20% restante se localiza en el bosque seco tropical (Bs-T), en el sector Oriental de la ciudad corresponde a una biotemperatura anual superior a 24°C y alturas inferiores a los 1000 m.s.n.m.

El área del bosque húmedo premontano, de la zona adyacente de la ciudad (franco Norte, Occidente y Sur), la vegetación se encuentra degradada por actividades agrícolas y ganaderas, se observan algunos relictos de vegetación natural, especialmente en los lugares de nacimientos y márgenes protectoras de los ríos Combeima, Chipalo, Alvarado, quebrada Cay entre otras. La vegetación es muy heterogénea y en la parte menos intervenida presenta árboles corpulentos de copa frondosa; entre los que se destacan: Guamo (*Inga sp*), Yarumo (*Cecropia sp*), Gualanday (*Jacaranda sp*), Cámbulo (*Erythrinaedotis*), Nacedero (*Trichonthera gigantea*), Cedro (*Cedrela sp*) entre otras.

Entre las especies que se encuentran en el bosque seco tropical se tienen: Guasimo (*Guazuma ulmifolia*), Payande (*Phetecellobium dula*), Chicala (*Tecoma sp*), Hobo (*Spondia mombin*), Naranjuelo (*Lappalis adoratissima*), Ceiba (*Ceiba pentandra*), caracoli (*Anacardium excelsum*) y otras.

1.3.1. Cobertura por categoría de uso. De acuerdo con el manejo del espacio público de la ciudad de Ibagué, Decreto Reglamentario 1504 de 1998, se tienen las siguientes categorías de elementos constitutivos naturales:

- **Preservación estricta.** Este tipo de cobertura vegetal comprende las zonas de rondas de los ríos, quebradas o drenes intermitentes que hacen parte el área de estudio (Decreto 2811/74 Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente). Ocupa un área aproximada de 1.363.3 has, que corresponde al 20.5% del total del sector público.

Esta unidad presenta franjas de bosques de textura media, de tono gris claro a medio, con apariencia de copas pequeñas, abundantes y porte bajo. Se observan preferencialmente en las márgenes protectoras de los ríos Combeima, Chipalo, Alvarado y quebradas Las Panelas, Ambalá, Chipalito, Aurora-Ancón, parcialmente en los ríos Combeima, Chipalo y Alvarado. y en el sector urbano se destacan en el norte La Gaviota, Cañaveral, Entre Ríos, Las Delicias, San Antonio, Triunfo etc.; al occidente La Vega, 7 de Agosto, Augusto Medina; al sur San Isidro, Granada, La Unión, La Isla, Boquerón y Riberas del río Combeima y en el área central y oriental los barrios Alejandrino, Independiente, 12 de Octubre, 1º de Mayo, Ciudadela Simón Bolívar - Esmeralda y riberas de la quebrada Agua Sucia.

Las características de estos sectores son de vivienda rústica, con materiales desechables, vivienda informal por invasión, urbanización piratas, su aptitud más apropiada es la relocalización de esta población flotante por encontrarse en zonas de riesgo o en áreas de protección. (Ver cuadro No. 13).

Cuadro No. 13. Cobertura por categoría de uso área urbana y aledaños

DESCRIPCIÓN	PÚBLICO	PRIVADO
Preservación estricta	1.363.3	
Áreas de especial interés existente	463.7	910.9
Parques urbanos existentes	328.2	
Áreas verdes del sistema vial	51.9	
TOTAL	2.207.1	910.9

- **Áreas de especial interés existentes.** Son aquellas áreas de especial interés ambiental, científico y paisajístico, tales como: La Granja San Jorge, Liceo Nacional, Cerro de Pan de Azúcar, Caracolí (Urbanización Caracolí), entre otros. Abarca una extensión de 463.7 has, que corresponde al 20.2% del total de cobertura de uso público. (Ver cuadro No. 14).

La cobertura vegetal de estos sectores son de porte arbóreo, conformados por árboles frondosos de cualidades alto (Caracolí, Ocobo, Gualanday, Cachimbo, Cedro. etc.) y de porte medio (Guacharaco) en una composición heterogénea de poca especie.

Los bienes y servicios que esta unidad ambiental proporciona, principalmente a la población que la asienta en sus alrededores y en otras áreas de influencia, son: almacenaje, reciclaje y distribución de nutrientes; hábitat criaderos y áreas de descanso de la fauna silvestre. Es un banco genético tanto vegetal como animal y el criadero de algunas especies tanto animales como vegetales que están en proceso de extinción. Son reguladores de ecosistemas, prestan características apropiadas para el turismo escénico, recreativo, científico y oxigenadores para la ciudad, que en la

actualidad no han sido utilizados en el desarrollo urbanístico y por lo tanto se amerita conservarlos como tales.

- **Parques Urbanos Existentes.** De acuerdo con el análisis comparativo y distribución de parques y zonas verdes del casco urbano en la ciudad de Ibagué, elaborado por la Oficina de Parques y Zonas Verdes de esta localidad, la ciudad cuenta con 135 parques distribuidos en: 63 ecológico-descanso-recreativo; localizados entre las comunas 1 hasta la 12, presentándose la comuna 9 la mayor cantidad de éste (12); le sigue con 50 parques de tipo ecológico-descanso, los tienen todas las comunas (13); posteriormente, con 11 parques-recreativo en las comunas 1, 2, 5, 6, 7, 8 y 10; de tipo ecológico-recreativo, ocho (8) parques, presentándose en las comunas 2, 5, 6, 7, 8 y 11 y por último dos parques de descanso-recreativo en la comuna 1. (Ver cuadro No. 14).

Esta unidad ocupa una extensión de 382.1 hectáreas que corresponde al 16.9 del área total de cobertura vegetal existente, presenta especies vegetales de porte arbóreo, arbustivo, leñoso y perennes, entre los dominantes se destacan: ocobo (*Tabebuia rosea*), saman (*Samanea saman*), gualanday (*Jacarandá caucana*), acacia (*Acacia sp*), cambulos (*Erythrina gleuca*), almendro (*Termindia catapa*), ceiba (*Ceiba pentandra*), tulipán africano (*Spatodea campanulada*), chicala (*tabebuia chrysanda*), cachimbo (*Erythrina poepigiana*), crotos (*Croton sp*) entre otros.

Según el plan maestro para el tratamiento, recuperación, ordenación y manejo integral de la flora ornamental arbórea de la ciudad de Ibagué, elaborado por la Corporación Árbol Urbano, julio de 1999. Aproximadamente el 60% de los individuos presentan problemas fitosanitarios (ataque de insectos y hongos) como también problemas físico-mecánicos, representados en troncos, raíces y ramas (partidas, secas y viejas) causando roturas de andenes, pavimentos cañerías de aguas negras y servicios domiciliarios públicos (raíces); así mismo manifiesta que los árboles viejos son deteriorados por el transcurrir del tiempo, estos pueden afectar vehículos, edificios, viviendas, redes eléctricas y telefónicas, como también exponer la vida humana de los transeúntes que frecuentan transitan por estas áreas de disparcimiento por las caídas de ramas y árboles enteros.

Entre estos parques se destacan: Jordán IV, VI, VII etapa, Salado, Belén, Parque Simón Bolívar entre otros.

Además de los inconvenientes mencionados, los aparatos mecánicos como columpios, toboganes, argollas, etc.; están inservibles se encuentran en el suelo como basura; las sillas del lugar que anteriormente se podían utilizar para sentarse y descansar, luego de haber practicado deporte, actualmente sirven de cama para algunos indigentes que permanecen en el sitio, atemorizando a los habitantes que transitan por allí. Así mismo, se observa que las zonas verdes están atestadas de papeles, bolsas plásticas y de excremento humano y de animales que los rondan (barrio Viveros, Antonio Nariño, Galarza, Centenario, etc.), originando malos olores y la proliferación de dipteros que molestan a la comunidad circunvecina de estas.

Los lineamientos operativos para orientar el tratamiento y manejo de estos parques dentro del contexto y alcance del presente plan son:

- Fortalecer y promover la acción de las entidades encargadas de su manejo para labrar la operación y desarrollo de normas técnicas para la conservación, preservación y recuperación de los elementos naturales del espacio público
 - Aumentar la masa vegetal uniformemente distribuida por el área urbana
 - Establecer programas de educación ambiental en estas áreas, haciendo relevancia en el manejo de los aparatos mecánicos, basuras y áreas verdes
- **Áreas verdes del sistema vial.** Pertenecen a estas clases los elementos para jardines, arborización y protección del paisaje en la ciudad, entre las que se destacan: la vegetación herbácea o césped, jardines, arbustos, setos o matorrales. Ocupa un área de 51.9 has, que corresponde al 2.35% del área de cobertura vegetal del casco urbano; representados por árboles de tronco recto libres de ramas en la mitad o más de la altura entera, de copa poco densa asociadas con pastos o arbustos. (Ver cuadro No. 14).

Desde el parque Belén hasta la calle 10 con carrera 7a se observan que las especies ocobo (*Tabebuia rosea*), han alcanzado su máximo desarrollo (viejos) los cuales sirven de hospedaje a plantas parásitas, así mismo las ramas se exponen a la producción de cortos circuitos por encontrarse cerca de las cuerdas de la luz o transformadores. Otro corredor de especies vegetales (*Acacia siamea*) se extiende desde la bomba de gasolina del barrio Jordán II etapa hasta el Centro Comercial Los Arrayanes, perjudicando con las ramas las cuerdas de alta tensión. Igualmente, dentro de esta unidad se observan especies como Casco de Vaca (*Bauhinia* sp), ocobo (*Tabebuia rosea*), que presentan problemas fitosanitarios en tallo, levantamiento de andenes por las raíces y riesgos por la producción de cortos circuitos que pueden ser originados por la caída de ramas viejas o por la caída total del árbol, preferencialmente se observan entre la calle 13 y 12 con la carrera 4a.

1.3.2. Demanda de Cobertura Vegetal. Se trata en éste capítulo conocer el estado actual y demanda de cobertura vegetal existente por habitante dentro del área del proyecto, con el fin de dar soluciones a los requerimientos de zonas verdes que la unidad presenta.

De acuerdo con la Ley 388 de 1997 y el decreto Reglamentario No. 1504 de 1998, Capítulo II del artículo 14, considera como índice mínimo de espacio público efectivo, para ser obtenido por las áreas urbanas del municipio de Ibagué, dentro de las metas y programas establecidos a largo plazo por el Plan de Ordenamiento Territorial, un mínimo de (15 m²/habitante) para ser alcanzado durante la vigencia del plan respectivo. Teniendo en cuenta que la población actual de la ciudad es de 427.888 habitantes, que equivaldría a tener una cobertura de 641.83 has en zona verde, su cobertura actual tan sólo muestra un área de 6.14 has, lo cual es sumamente bajo comparado con la requerida.

Este déficit de zonas verdes por habitante, el Plan de Ordenamiento Territorial (P.O.T.), propone se podrá compensar con la suma de las áreas de márgenes protectoras de los ríos Combeima, Chipalo, Alvarado, Opía y otros afluentes circunvecinos de la ciudad.

Según la proyección poblacional de la ciudad contemplada por el POT para el año 2.022 es de 737.882 habitantes y teniendo en cuenta el espacio verde por habitante de 15M²/Hab. la ciudad deberá tener 1.106.8 hectáreas. El área total de cobertura vegetal por categoría de uso en el área urbana(oficial y privada) y aledaña a la ciudad, es de 3.172.05 hectáreas, la incorporación de esa red enriquecerá de tal manera la oferta del espacio público para la población actual y prevista(2.022).

Cuadro 14. Análisis Comparativo y Distribución de los Parques y Zonas Verdes del Casco Urbano en la ciudad de Ibagué

Comuna	Población**	Área m ²	Densidad Hab/Mes	Área m ²		Área verde/Hab	Requerimiento área verde	Deficit*** Area verde
				Verde	Concreto			
1	38.411	18.534	2.072.5	1.510	17.024	0.03931	576.165	574.655
2	35.445	9.232	3.839.4	9.072	160	0.2559	531.675	522.603
3	24.927	14.597	1.707.7	270	14.327	0.01083	373.905	373.635
4	44.333	7.208	6.2	1.340	5.868	0.03022	664.995	663.655
5	33.542	54.149	619.4	30.504	23.645	0.9094	503.130	472.626
6	34.511	21.291	1.621.0	1.835	19.456	0.05317	517.665	515.830
7	14.391	12.293	1.170.7		12.293	0.0	215.865	215.865
8	47.695	34.634	1.377.1	11.446	23.188	0.23998	715.425	703.979
9	34.451	59.188	582.1		59.188	0.0	516.765	516.765
10	34.194	18.873	1.811.8	2.543	16.330	0.07436	512.910	510.367
11	34.750	14.657	2.370.9	400	14.257	0.01151	521.250	518.750
12	42.535	6.660	6.386.6	2.500	4.160	0.0587	638.025	635.525
13	13.782	1.170	11.779.5		1.170	0.00	206.730	206.730
TOTALES	432.967	272.486	35.344.9	61.420	211.066	0.1418	6.494.505	6.433.085

1.4. SUBSISTEMA FAUNA

Debido al grado de intervención que ha sufrido la ciudad la fauna reportada está limitada a la zona rural del municipio, al Bosque de San Jorge, a la fauna que subsiste en el bosque ribereño de las distintas fuentes hídricas que cruzan la ciudad y la fauna béntica de los ríos Combeima y Chipalo.

1.4.1. Mamíferos. Se reportan ardillas (**Sciurus granatensis**), ratón cascabel (**Mus musculus**) y rata común (**Rattus rattus**), para los bosques de ribereños que aún quedan en las distintas quebradas y ríos de la ciudad; sin embargo, para el bosque de San Jorge se reportan armadillos (**Dasypus novencinctus**), chuchas (**Didelphis marsupialis**) y comadrejas (**Mustella frenata**).

1.4.2. Aves. Para los bosques ribereños de los ríos Combeima y Chipalo, en la zona urbana y en el bosque de San Jorge, las especies más comúnmente reportadas son torcazas (**Zenaida auriculata**), tortolitas (**Columbina minuta**), colibríes (**Chlorostilbon**

mellisugus, Amazilia saucerottei, Amazilia viridigaster), azulejos (**Tangara cayanna**), ciriguelos (**Crotophaga sulcirostris**), mirla (**Turdus ignobilis**), golondrinas (**Notiochelidon cyanoleuca, Phaeoprogne tapera**), cirirís (**Tyrannus melancholicus**), canarios silvestres (**Sicalis cf. columbiana, Saltator atripennis, Sporophila minuta**), cardenales pico de plata (**Ramphocelus dimidiatus**), pechiamarillos (**Myiozetetes cayanensis**), chulos (**Coragyps atratus**), carpinteros (**Melanerpes rubricapillus**) y gavilanes (**Buteo nitidus**). La gran mayoría de las especies reportadas son comunes en zonas agrícolas y urbanas (Cuadro No. 15).

Cuadro No. 15. Avifauna reportada para la zona de estudio.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR
CATHARTIDAE	Coragyps atratus	Golero, Chulo
ACCIPITRIDAE	Spizastur melanoleucus Geranospiza caerulescens Buteo nitidus	Gavilán pollero Gavilán Gavilán
COLUMBIDAE	Columbina minuta Zenaida auriculata	Tortolita Torcaza
PSITTACIDAE	Forpus conspicillatus	Perico
CUCULIDAE	Crotophaga sulcirostris	Cigruelo, Cocinero
APODIDAE	Streptoprocne zonaris	Vencejo de Collar
TROCHILIDAE	Chlorostilbon mellisugus Amazilia saucerottei Amazilia viridigaster	Colibrí Colibrí Colibrí
PICIDAE	Melanerpes rubricapillus	Carpintero
TYRANNIDAE	Tyrannus melancholicus Pitangus sulphuratus Tolmomyias cf flaviventris Pyrocephalus rubinus Elaenia flavogaster Mionectes cf striaticollis Myiozetetes cayanensis Todirostrum cinereum	Cirirí Bichojué Mosquitero Cardenal Copetón Mosquitero Pechiamarillo Tiranuelo
HIRUNDINIDAE	Notiochelidon cyanoleuca Phaeoprogne tapera	Golondrina Golondrina
TURDIDAE	Turdus ignobilis	Mirla
THRAUPIDAE	Ramphocelus nigrogularis Ramphocelus dimidiatus Thraupis episcopus Thraupis palmarum Euphonia laniirostris Tangara gyrola Tangara cyanicollis Hemithraupis flavicollis Hemithraupis guira	Cardenal pico plata Cardenal pico plata Azulejo Azulejo ahumado Tángara Tángara Tángara Tángara Tángara
	Tiaris obscura	Mochuelo café

FRINGILLIDAE	Sicalis cf. columbiana Saltator atripennis Sporophila minuta	Canario Gran Canario Canario
--------------	---	------------------------------------

Fuente: GEOAM Ltda, 1998.

1.4.3. Reptiles y Anfibios. Se han reportado lagartos (**Albojuglaris juscus**), lagartijas (**Anolis anolis**), algunas serpientes como rabo de ají (**Micrurus sp.**), talla equis (**Bothrops atrox**) y pudridora. Igualmente, se reportan anfibios de los géneros **Euleutherodactilus** y **Bufo**.

1.4.4. Peces. Se han reportado para el río Combeima la captura de un siluriforme de la familia Bunocephalidae (CORCUENCAS, 1998); sin embargo, reportes de la población que habita las márgenes del río de los distintos afluentes de este informan de la presencia de cuchos (Loricaridae) y sardinas (Caraciformes). Para la cuenca del río Chipalo sólo se han reportado ejemplares de la familia Poeciliidae (Cypriniformes) en los diferentes estudios consultados (CORTOLIMA, 1994; GEOAM, 1995; CORCUENCAS, 1998).

1.4.5. Bentos. La fauna béntica se refiere a los organismos asociados al fondo de los diferentes cuerpos de agua. Esta fauna que ocupa los diferentes espacios intersticiales proporcionados por los distintos materiales que constituyen el cauce, es sensible a los cambios en las condiciones fisicoquímicas de su ambiente y a la variación en las comunidades perifíticas, ya que de estas extrae principalmente su alimento.

- **Río Combeima.** De acuerdo con el estudio realizado por Reynoso y Roessler (1997) el bentos se encuentra compuesto por organismos de los grupos Ephemeroptera, Diptera, Tricoptera, Plecoptera, Neuroptera, Coleoptera, Oligochaeta, Hirudinea, Nematoda y Amphipoda. De estos los mas abundantes son los Diptera (50.89%), seguidos por los Ephemeroptera (42.55%) y Coleoptera (2.63%). Los ephemeroptera se caracterizan por servir como indicadores de calidad del agua y los géneros mas frecuentes son **Baetodes** (91.14%), **Baetis** (4.85%) y **Leptohyphes** (3.31%).

Sin embargo, en el estudio de CORCUENCAS (1998) se encontró que los organismos mas abundantes en la bocatoma del acueducto fueron las larvas de Chironomidae (83.6%), indicadoras de aguas con alto contenido de materia orgánica, mientras que los organismos pertenecientes al género **Baetodes** solo llegaron al 20.6%. Es importante señalar que durante este estudio se reportó la presencia de un pez siluriforme (Bunocephalidae) en esta estación, mientras que en el canal Laserna los peces reportados son de la familia Poeciliinae (Cyprinodontes). Al entrar el río a la ciudad los dipteros siguen siendo abundantes, pero la abundancia del grupo está representada por el género **Maruina** (56.1%) y por larvas de la familia Chironomidae (29.5%). Finalmente se observa que la menor diversidad se encuentra en el canal Laserna (Cuadro No. 16), mientras la mayor diversidad se encuentra en el canal ubicado en el lote Piedras Negras (Puente Blanco).

Cuadro No. 16. Índice de Diversidad de Shannon-Weaver (H') para las distintas estaciones del río Combeima (M1: Acueducto, M2: Barrio Santofimio, M3: Canal de riego-Totumo, M4: Canal Laserna).

FECHAS	M1	M2	M3	M4
29-Oct-98	1.68	1.52	0.84	2.65
12-Nov-98	1.71	1.53	0.86	2.51
26-Nov-98	0.66	1.41	1.36	1.91

Fuente : CORCUENCAS, 1998

- **Río Chipalo.** A diferencia del río Combeima, el río Chipalo aún no cuenta con estudios continuos de la fauna béntica; sin embargo, es posible caracterizar su fauna teniendo como base el estudio de CORCUENCAS (1998).

En las estaciones Puente El Silvador y Lote San Isidro se obtuvieron los valores mas altos en el índice de Diversidad de Shannon-Weaver (Cuadro No. 17); sin embargo, se puede observar que la mayoría de estos valores son sensiblemente mas bajos que los hallados en el río Combeima, indicando un ecosistema mucho mas impactado.

Cuadro No. 17. Índice de Diversidad de Shannon-Weaver (H') para las distintas estaciones del río Chipalo (M5: Puente El Silvador, M6: Puente El Topacio, M7: Bocatoma Canal de riego-Barrio Santa Ana, M8: Canal San Isidro).

FECHAS	M5	M6	M7	M8
29-Oct-98	0.55	0.49	0.34	0.99
12-Nov-98	0.64	0.47	0.00	0.45
26-Nov-98	1.33	0.58	0.05	1.47

Fuente: CORCUENCAS, 1998.

Lo anterior se ve corroborado con las abundancias de las larvas de Chironomidae en el puente El Silvador (86.1%), en El Topacio (86.5%) y en el canal San Isidro (88.9%).

Es importante señalar que en la estación Lote San Isidro, la mayor abundancia relativa de larvas de Chironomidae fue de 25.0 %, el 26 de noviembre, y la menor fue de 0.0 %, el 29 de octubre y 12 de noviembre. Estos organismos fueron reemplazados por Gasteropodos (caracoles) de la familia Physidae (33.3 %), organismos de la clase Copepoda (Crustacea) (22.2 %) y pulgas de agua del género **Daphnia** (Crustaceos). Este cambio de composición en la comunidad bentónica, implica un cambio en las condiciones fisico-químicas de las aguas.

1.5. SUSBSISTEMA AIRE

1.5.1. Emisiones Atmosféricas. Las emisiones atmosféricas de la ciudad corresponden principalmente al parque automotor que circula por las distintas vías, generando partículas sólidas en suspensión y gases productos de la combustión de los distintos carburantes empleados. Se estima que el tráfico urbano es el responsable de la emisión del 74% de CO, del 53% de hidrocarburos y 47% de los óxidos de nitrógeno.

Las partículas en suspensión, junto con otros contaminantes, al absorber la radiación proveniente del suelo urbanizado, dan origen a la formación de una inversión térmica, la cual es una capa de atmósfera urbana más caliente que las capas inferiores. Esto

imposibilita la mezcla vertical de las masas de aire, haciendo más difícil que la contaminación urbana se diluya.

Los compuestos orgánicos, también provenientes de la combustión, junto con agentes oxidantes rompen el ciclo de óxido nitroso que por descomposición lumínica da origen al óxido nítrico y ozono. Al romperse este ciclo se da origen a compuestos tales como el peroxiacetilo (PAN), el cual es el responsable de la irritación de los ojos. Si se aumenta la concentración de ozono, este reacciona con el óxido nitroso (NO_2) para formar el N_2O_5 , el cual reacciona con el vapor de agua formando ácido nítrico.

Otros compuestos que se pueden encontrar en la atmósfera son los aerosoles urbanos, los cuales están formados principalmente de negro de grafito procedente de las combustiones de carburantes fósiles. Se considera que la mitad de las partículas sólidas de origen antropocéntrico provienen de los escapes de los vehículos, especialmente aquellos que emplean ACPM (diesel). Los aerosoles pueden actuar como catalizadores de algunos compuestos, tal es el caso del SO_2 , que al ser emitido durante la combustión se transforma en ácido sulfúrico en la superficie de las partículas de aerosol; este proceso se repite con el óxido nitroso a ácido nítrico. Igualmente pueden causar serios daños a la salud humana, ya que si su diámetro es inferior a 1 micra pueden penetrar a los pulmones, depositándose en las paredes alveolares.

Otras fuentes de contaminación atmosférica son las quemas de sectores agrícolas cercanos a la ciudad y, cuando se presenta, la quema de cascarilla de arroz.

1.5.2. Niveles de Ruido. La generación de ruido en la ciudad tiene como fuente a los distintos automotores, talleres mecánicos y metalmecánicos, carpinterías, construcción de edificaciones e infraestructura y pregoneo publicitario.

La Resolución 08321 del Ministerio de Salud reglamenta los decibeles permitidos para diferentes zonas de la ciudad (Cuadro No. 18), así como los niveles máximos permisibles de ruido para los automotores (Cuadro No. 19).

Cuadro No. 18. Decibeles (dB) permitidos para distintas zonas de la ciudad, según la Resolución 08321 del Ministerio de Salud.

Zonas Receptoras	Periodo Diurno dB	Periodo Nocturno dB
Residencial	65	45
Comercial	70	60
Industrial	75	75
de Tranquilidad	45	45

Fuente: Latorre, 1998.

De acuerdo con un estudio realizado en Cali (1989) por la Secretaría de Tránsito se determinó que el ruido automotor contribuye altamente con los niveles de ruido de la ciudad; el promedio de ruido producido por el tráfico se encuentra en 86.1 decibeles máximo y 74.8 decibeles mínimo; sin embargo, el 27% de las mediciones máximas

superan los 90 dB. El valor promedio de ruido producido por el tráfico se encuentra en mediciones asociadas a pitos de aire y a la falta de silenciador, se considera que en el 60% de los casos los pitos de aires superan los 90 dB, considerado como límite de seguridad auditiva.

Cuadro No. 19. Niveles máximos permisibles, en decibeles (dB) para vehículos automotores, según la Resolución 08321 del Ministerio de Salud.

Tipo de Vehículo	Nivel Sonoro (dB)
Menos de 2 toneladas	83
De 2 a 5 toneladas	85
Mas de 5 toneladas	92
Motocicletas	86

Fuente: Latorre, 1998.

1.6. SUBSISTEMA POBLACIÓN Y ACTIVIDADES

1.6.1. División Político-Administrativo. La ciudad de Ibagué en el sector urbano esta dividida territorialmente por trece (13) comunas, según el Acuerdo Municipal 035 expedido el 31 de mayo de 1990, las cuales fueron delimitadas bajo los siguientes criterios:

- Población no inferior a 10.000 habitantes
- Vecindad geográfica entre los barrios que la integran
- existencia de algún tipo de organización cívico y de problemática básica común
- Categoría socioeconómica y físico espacial similar.

De ésta forma, los barrios que las conforman se distribuyen por comuna, tal como se observa en el cuadro No. 20.

Cuadro 20. Distribución de los Barrios de la Ciudad de Ibagué por Comuna. 1999.

COMUNAS	BARRIOS QUE LA INTEGRAN	COMUNAS	BARRIOS QUE LA INTEGRAN
Comuna No. 1	Baltazar, Centro, Combeima, Chapetón, Estación, Interlaken, La Pola, La Vega, Libertador, Pueblo Nuevo, san Pedro Alejandrino, Villa María, Pueblo Nuevo parte baja, Brisas del Combeima, La Pola sector Los Tanques.	Comuna No. 2	Alaska, Aleskita, Ancón, Augusto E. Medina, Belén parte alta, Cementerio, Clarita Botero, Urbanización Himalaya, Urbanización Irazú, Urbanización La Aurora, La Paz, La Sofía, Malabar, Urbanización Pablo VI, San Diego, Santa Barbara, Santa Cruz, Siete de Agosto, Trinidad, 20 de Julio, Pueblo Nuevo, Los Pinos, Los Alpes, Villa Adriana, Pan de Azúcar, Belén, Belencito, Ancón, Tesorito, El Oásis, Conjunto cerrado Pablo VI, Conjunto cerrado Fontenova, Torres del Líbano, Multifamiliares La Aurora.
Comuna No. 3	Antonio Nariño parte alta, Belalcazar, Calambeo, Carmenza Rocha, El Carmen, Fenalco, Gaitán parte alta, Inem, La Esperanza, La Granja, Sector Las Acacias, San Jorge, San Simón parte baja, Urb. Villa Pinzón, Viveros, Diamante, Santa Lucia, Torre de Los Periodistas, Villa Ilusión, La Ceiba, El Cafetal, Urb. Hacienda Calambeo.	Comuna No. 4	Alfonso López, Calarcá, Caracolí, Castilla, Córdoba, Córdoba parte baja, Cordobita, Limonar V sector, El Triunfo, Gaitán parte alta, Jardines de Navarra, Las Viudas, El Limonar, Piedra Pintada, Pijao, Restrepo, San Carlos, San Luis, Sorrento, Urb. Villa Teresa, Villa Marlen, Villa Marlen 2, Onzaga, Urb. El Pijao.
Comuna No. 5	Urb. Almeria, Arkacentro, Arkalucia, Arka Monica, Urb. Calatayud, El Edén, Jordán Multifamiliares, El Prado, Jordán IV etapa, Jordán VI etapa, Jordán VII etapa, Jordán VIII etapa, Jordán IX etapa, La Campiña, Las Margaritas, Las Orquídeas, Los Arrayanes, Los Ocobos, Los Parrales, Macadamia, Urb. Rincón de La Campiña, apartamentos Prados del Norte, Urb. Andalucía.	Comuna No. 6	Ambalá, Urb. Ambalá, Urb. Antares, Urb. Arkala, Urb. Arkambuco, Bosques del Vergel, Caminos del Vergel, Urb. Pedregal, Rincón del Pedregal, El Vergel, Entrerios, La Arboleda, Urb. La Esperanza, La Gaviota, Urb. Colinas del Norte, Urb. Los Cambulos, Los Gualandayes, san Antonio, San Francisco, Rincón del Vergel, Yuruparí, Las Delicias, Los Ciruelos, Los Ángeles, Villa Gloria, Triunfo Bellavista, Los Mandarinos, Cañaverál, Arkalucia-Macadamia, Aptos Entrerios, Ibagué

			2000, La Balsa, Parque Recreacional La Primavera, Torres del Vergel, Carandú, Primavera, Quinto El Vergel, Nancahuazu Rincón del Bosque, Urb. Pedregal II, Urb. Pedregal III, Urb. Pedregal IV, Cañaverál II, Cañaverál III, Cañaverál IV.
Comuna No. 7	El Salado, Sector La Cabaña, La Ceiba, Urb. La Victoria, Los Lagos, Montecarlo, Oviedo, Pacandé, Parcelación Ibagué, Urb. Pedro Villa Marín, Urb. Protecho, Urb. San Pablo, Urb. Villa Clara, Urb. Villa Martha, Chicó, Modelia, Los Alpes, San Tropel, Palo Grande, Darién San Lucas, La Victoria, Los Músicos, Villa Cindy, Ceiba Norte, Montecarlos II, Urb. El Salado, salado sección Ceiba Sur, La Cabaña Comfacopi, Urb. La Floresta, Urb. san Luis, Gonzaga, Santa Ana, Tierra Firme.	Comuna No. 8	Atolsure, Ciudad Blanca, Comuneros, Urb. El Prado, Ciudad Simón Bolívar III etapa, German Huertas Combariza, Jardín I etapa, Jardín II etapa, Jardín III etapa, Jardín del Campo, Musicalia, Nuevo Palermo, Palermo, Palmar, Protecho II, Roberto Augusto Calderón, san Vicente de Paul, Ciud. Simón Bolívar I etapa, Sintratolima, Diamante, Topacio, Tulio Varón, Urb. Villa Marcela, Diamante, Villa Los Ríos, Villa Magdalena, Carlos Pizarro, Valparaíso, Nuevo Combeima, Acacias, Villa del Sol, Mi Tolima, Agua Marina, Buenaventura, Jardín Santander, El Bunde, Ciud. Simón Bolívar, Ciu. Simón Bolívar secc. Baltazar, Jardín Secc. Diamante, Jardín parte alta Secc. Carabineros, Ciudadela Simón Bolívar IV, Dartecho, Urb. Tolima Grande, Jardín II etapa Secc. El Porvenir, Jardín Secc. Los Pinos, Jardín Secc. Las Acacias, Urb. Martín Reyes, Cond. Nueva Andalucía, Urb. San Luis, Nuevo Armero, Villa del Norte.
Comuna No. 9	Alfonso Uribe Badillo, Aparco San Francisco, Urb. Arkaniza, Arkaparaiso, Bello Horizonte, Ciudad Luz, Cutucumay, El Campestre, Ciudadela El Poblado, Tunal, Jordán I etapa, Urb. La Floresta, La Sorbona, Urb. Las Palmeras, Mirolindo, Urb. Niza, Papayo,	Comuna No. 10	Alto de Santa Helena, América, Arkalena, Boyacá, Cádiz, Casa Club, Departamental, Federico Lleras, Hipódromo, Hospital Federico Lleras, La Castellana, La Francia, Las Palmas, Laureles, Macarena, Magisterio, Metaima, Metaima II, Montealegre, Nacional, Naciones

Comuna No. 9	Picaleña, Piedra pintada parte baja, Santa Rita, Valparaíso, Versalles, Urb. Villa Arkadia, Villa Marina, Fabiolandia, San Martín Picaleña, Picaleña parte alta, Valparaíso II etapa, Arkaniza II etapa, Varsovia I etapa, Varsovia II etapa, Urb. Villa Café, Valparaíso II etapa, Estación Picaleña, Bosque de La Alameda, Miraflores, Jordán I etapa, Jordán II etapa, Jordán III etapa, Altamira, Villa del Pilar, Picaleñita, Urb. Taiti.	Comuna No. 10	Unidas, Primero de Mayo, San Cayetano, San María Claret, San Fernando, San Pedro Alejandrino, Santa Helena, Santander, Urb. Martinica, Torres del Ferrocarril.
Comuna No. 11	Alto de la Cruz, América parte baja, 12 de Octubre, El Arado, El Bosque parte alta, El Bosque parte baja, El Peñón, El Playón, El refugio, Garzón, Independiente parte alta, Independiente bajo, La Libertad, Las Brisas, Las Ferias, Mártires, Popular, Rodríguez Andrade, Uribe Uribe, Villa del Río, Villa María, San Vicente de Paul, Martinica, Castellana, Primero de Mayo, El Poblado, La Cartagena.	Comuna No. 12	Alberto Santofimio, Urb. Arkaina, Av. Cerro Gordo, Eduardo Santos, Galán, Industrial, Kenedy, La Gaitana, Las Vegas, López de Galarza, Los Cámbulos, Matallana, Murillo Toro, Urb. La Primavera, Ricaurte parta alta, Ricaurte parte baja, San José, Urb. Venecia, Urb. Villa Lucas, Yuldaima, La Reforma, Villa Claudia, Rosa Badillo, Avenida, Cural, Andrés López de Galarza Secc. La Pradera, La comuna de los Cova, Urb. El Danubio, Los Nogales, Avenida parte baja, La Pradera, La Reforma, Bella Vista, Los Guadales.
Comuna No. 13	Boquerón, Granada, Jazmín, La Florida, La Isla, La Unión, Las Colinas, Sector Los Túneles, Llano Largo, Miramar, San Francisco, El Vagón, San Isidro, La Florida parte baja, Dario Echandia, Colinas del Sur, El Tejar I.		

En cuanto a la ubicación espacial de dichas comunas, estas se distribuyen así:

- **Comuna No. 1.** Se encuentra localizada en el extremo occidental de la ciudad, albergando el sector que ocupa los primeros barrios de Ibagué (zona comercial e institucional de la ciudad). A esta comuna convergen las principales vías de la ciudad, presentando congestión en el centro de la ciudad, en especial las calles 10 y 15 que residen las carreras 1a, 3a y la 5a.
- **Comuna No. 2.** Se localiza en el sector Nor-Occidental de la ciudad, conformada por barrios originados por la migración de los años 50; la principal vía de acceso es la calle avenida 13. Pertenece a su área el Cerro de Pan de Azúcar y las instalaciones de la Sexta brigada, las cuales se consideran áreas de conservación.
- **Comuna No. 3.** Se ubica en la zona Nor-Occidental de Ibagué, conformada por barrios originados en las décadas de los años 40, 50 y 60, destacándose grandes zonas verdes como la antigua Granja San Jorge y pequeñas fincas del sector de Calambeo. Cruzan éste sector la Avenida Guabinal, Ambalá y la carrera 6a.
- **Comuna No. 4.** Se encuentra en el centro geográfico de la ciudad, conformada por barrios en su mayoría de estratos medios bajos, como Calarcá, Castilla Gaitán, así como también barrios de desarrollo reciente de estrato medio y medio-alto como el Limonar y Piedra Pintada, en donde la vivienda se caracteriza por ser de tipo unifamiliar y multifamiliar; las vías principales que circundan éste sector, son la avenida Ambalá, La Avenida Guabinal y la Avenida 60.
- **Comuna No. 5.** Ubicada entre la Avenida El Jordán y el río Chipalo, la cual se caracteriza por el desarrollo de conjuntos y urbanizaciones en serie, tales como el barrio El Jordán, El Prado, los Multifamiliares El Jordán, los Ocobos, entre otros. En la comuna predomina el estrato medio-bajo.
- **Comuna No. 6.** Se localiza al norte del río Chipalo, teniendo como sector de mayor consolidación el barrio Ambalá; la diversidad de proyectos que se han desarrollado a lo largo de la vía Ambalá para diferentes estratos, es la muestra más notoria del contraste de estratos y calidad de la vivienda que se presenta en Ibagué. Esta comuna cuenta con una gran área de reserva para vivienda de buenas especificaciones y para estrato medio-alto.
- **Comuna No. 7.** Esta se encuentra ubicada en el extremo nor-oriental de la ciudad, conformada por barrios de estrato bajo y caracterizada por el desarrollo de actividades comerciales e industriales de carácter puntual, principalmente a lo largo de la avenida Ambalá en el sector del salado, como también sobre la Avenida El Jordán.
- **Comuna No. 8.** Localizada en el extremo oriental de la ciudad, con equipamiento a nivel ciudad y regional como el Aeropuerto Perales y el Parque de la Salud. Cuenta con áreas para el desarrollo inmediato, ya sea de carácter industrial y empresarial sobre el eje de la Avenida al Aeropuerto ó áreas de vivienda de interés social al sur de la avenida el Jordán.

- **Comuna No. 9.** Se encuentra en el extremo sur-oriental de la ciudad y se caracteriza por ser la comuna con mayor extensión, en donde se han desarrollado áreas de enclave como son los clubes recreativos y de carácter institucional como la cárcel y la casa de la moneda. De igual forma es considerada un área de desarrollo industrial, a lo largo de la vía que conduce al centro del país y polo de desarrollo de importantes proyectos de vivienda de interés social, como la urbanización Villa Café, Las Américas, Los Tunjos, entre otros. Es de anotar que éste sector gira alrededor de una sola vía, por lo que es necesario para el desarrollo, plantear vías paralelas para organizar el tráfico interno a la comuna.
- **Comuna No. 10.** Esta comuna se encuentra en el centro geográfico de la ciudad, alrededor del Estadio Murillo Toro (el sector de mayor consolidación urbana junto con el centro tradicional). Hacen parte de la comuna, entre otros equipamientos La Norma Anexa, La Universidad del Tolima, El Hospital Federico Lleras, El Estadio, EL SENA, CORTOLIMA, EL INURBE, etc. Los barrios que conforman esta comuna son de estrato medio, medio-bajo y bajo, así como también de estrato medio alto como lo es Cádiz.

El uso predominante de este sector, es de vivienda y el eje comercial lo constituye la avenida 5a y la carrera 4a estadio. Otras vías que cruzan la comuna son la Avenida Ferrocarril, La 4a Estadio y la Avenida 1a, en el sector sur de la comuna.

- **Comuna No. 11.** Se localiza en el sector sur de la avenida 1a, conformada en su mayoría por barrios de ingresos bajos; se ubican allí el Cementerio Central, La Plaza de Ferias y La Granja Experimental de La Secretaria de Desarrollo Departamental, ubicada en el barrio Las Brisas. Los barrios allí localizados se originaron en la década de los 50, algunos de ellos se encuentran en mal estado y en zona de riesgo por inundación del río Combeima. Esta comuna no cuenta con vías amplias y sólo la calle 25 la comunica con el norte de la ciudad y la variante del Cerro de La Martinica.
- **Comuna No. 12.** Ubicada en el sector sur de la ciudad con barrios de estrato bajo, cuyas viviendas se encuentran en regular estado. Estos barrios se originaron en los años 50 y 60, entre ellos el barrio Kennedy, López de Galarza y La Gaitana, los cuales han ido mejorando su infraestructura física y de servicios públicos; la vía principal es la vía a Armenia y el anillo que accede a estos barrios.
- **Comuna No. 13.** Localizada en el extremo sur de la ciudad, en la vía que conduce a Armenia, conformada por barrios que se han construido progresivamente y con escaso equipamiento y espacio público reducido (el abastecimiento de servicios es una limitante en su desarrollo). Las viviendas allí ubicadas son en su mayoría de un piso y rodeada de zonas restrictivas y áreas de riesgo por deslizamiento.

A esta comuna pertenece el Batallón Jaime Roocke, área de conservación ambiental y enclave en la estructura urbana de la ciudad. En la comuna 13 se comunica la variante del Cerro de La Martinica con la avenida Ricaurte ó vía a Armenia, ofreciendo una alternativa de acceso con la ciudad.

1.6.2. Demografía. De acuerdo a la información suministrada por la secretaria de Planeación (Alcaldía de Ibagué), la cabecera Municipal de Ibagué posee una población

actual aproximada de 427.888 habitantes, lo cual arroja una densidad poblacional de 78 habitantes por hectárea, distribuidos por comuna de la siguiente forma:

Comuna No. 1	37684	habitantes
Comuna No. 2	34798	habitantes
Comuna No. 3	24442	habitantes
Comuna No. 4	43525	habitantes
Comuna No. 5	32895	habitantes
Comuna No. 6	33864	habitantes
Comuna No. 7	14149	habitantes
Comuna No. 8	46807	habitantes
Comuna No. 9	33804	habitantes
Comuna No. 10	36547	habitantes
Comuna No. 11	34109	habitantes
Comuna No. 12	41727	habitantes
Comuna No. 13	13537	habitantes

Dichos habitantes muestran una densidad poblacional por estratos, de la siguiente forma:

- Estrato 1-2 5.1 habitantes/familia
- Estrato 3-4 4.25 habitantes/familia
- Estrato 5-6 3.5 habitantes/familia

Para el año 2022 se espera una población aproximada de 737.882 habitantes.

1.6.3. Actividades Productivas. Las actividades productivas que se desarrollan en la cabecera municipal, están distribuidas por sectores de la siguiente forma:

- **Sector Oficial.** debido a la crisis económica que vive actualmente el país, el Gobierno Nacional viene adelantando en todas las entidades del orden municipal y departamental, una reestructuración administrativa de acuerdo a los lineamientos trazados por el Ministerio de Hacienda, lo que ha ocasionado el despido masivo de empleados en las diferentes entidades oficiales existentes en la ciudad.

Es así como la alcaldía Municipal, después de dado a conocer el decreto por medio del cual se reestructuró la columna vertebral de la organización administrativa, optó por liquidar algunas dependencias y fusionar otras, todo con miras a reorganizar, técnica, administrativa y financieramente el ente municipal. De esta forma la Alcaldía Municipal quedó conformada de la siguiente manera:

- Organismos Descentralizados. ESPI, IBAL USI, Hospital San Francisco.
- Oficinas. Oficina Jurídica, Oficina de Informática, Oficina de Control Interno.
- Consejos y Órganos Coordinadores. Departamento Administrativo de Planeación, Grupo Plan Desarrollo Municipal y Fomento Económico, Grupo Ordenamiento Territorial, Grupo Trámites y ampliación de Normas, Grupo Planeación Institucional.
- Secretarías. Secretaria de Gobierno, Secretaria de Hacienda, Secretaria Administrativa, Secretaria de Educación, Secretaria de Salud, Secretaria de

Infraestructura, Secretaria de Desarrollo Rural y Medio Ambiente, secretaria de Desarrollo Social y Secretaria de Tránsito.

En cuanto a los institutos descentralizados del orden departamental, también sujetos a reestructuración administrativa, que emplean personal en el municipio podemos citar los siguientes: Beneficencia del Tolima, Fábrica de Licores, universidad del Tolima, Instituto Tolimense de Cultura, instituto Departamental de Tránsito, Empresa Promotora de Turismo, Conservatorio de Música del Tolima, Instituto departamental de Acueducto y Alcantarillado, así como también centros educativos del sector oficial.

En lo que respecta a los institutos descentralizados del orden nacional, que hacen presencia en el municipio de Ibagué, podemos citar los siguientes:

- Ministerio de Justicia (2)
 - Ministerios de Hacienda (2)
 - Ministerio de Defensa Nacional (1)
 - Ministerio de Agricultura (6)
 - Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (4)
 - Ministerio de Salud (3)
 - Ministerio de Desarrollo Económico (3)
 - Ministerio de Minas y Energía (2)
 - Ministerio de Educación Nacional (6)
 - Ministerio de Comunicaciones (4)
 - Ministerio de Obras Públicas y Transporte (2)
 - Departamento Nacional de Planeación (14)
- **Sector Industrial.** La industria de Ibagué actualmente se encuentra ubicada en varias zonas, las cuales son Chapetón, El Papayo-Mirolindo, Parque Deportivo-Aeropuerto Perales y en el margen derecho de la vía Picalaña-Buenos Aires. El desarrollo industrial de la ciudad se inició en la zona de Chapetón, donde se instaló Bavaria; posteriormente, se planeó el desarrollo de este sector en el corredor El Papayo-Mirolindo y finalmente, debido a los estímulos fiscales surgidos a raíz de la tragedia de Armero, en Ibagué se instaló una industria semipesada y textil que terminó en el corredor vial Parque Deportivo-Aeropuerto Perales y en la vía Picalaña-Buenos Aires.

Actualmente, debido a diversos factores de índole fiscal y financiero algunas de estas industrias han desaparecido y otras que quedaron se han visto afectadas por la construcción de viviendas en áreas aledañas a las distintas zonas industriales, lo que ha ocasionado conflictos de diversa índole con la comunidad. En algunos casos estos conflictos han finalizado con la suspensión de alguna de las actividades mas impactantes de la industria, como las curtiembres y la Fabrica de Licores del Tolima, o por el cierre definitivo o temporal, como GRADINSA; en otros los conflictos continúan, caso de Industrias Aliadas.

Indudablemente la actividad industrial genera beneficios económicos para la ciudad, traducidos en empleos directos e indirectos y pago de impuestos, pero en algunos casos sus procesos implican el vertimiento de residuos tanto sólidos, como líquidos o gaseosos, que por sus características deterioran el medio ambiente. Bajo esta premisa el estado ha desarrollado la estrategia del que contamina paga, esperando que con

esto se estimule al sector a utilizar tecnologías de producción mas limpias, las cuales permitirán minimizar los impactos al medio.

De acuerdo con esto, CORTOLIMA ha monitoreado y controlado por varios años los distintos vertimientos industriales de la ciudad y actualmente se encuentra en proceso de establecer la tasa retributiva en concertación con el sector.

Se puede estimar que la carga del vertimiento líquido del sector industrial a las diferentes cuencas de la ciudad son del orden de 0.384 toneladas diarias, basados en la caracterización fisico-química de los vertimientos una vez han pasado por los sistemas de control de contaminación (Cuadro No. 21) que ha hecho CORTOLIMA. (este valor supone un vertimiento promedio de 1 L/s y un funcionamiento continuo de 8 horas). Teniendo en cuenta que un habitante produce en promedio 0.376 kg/día, el vertimiento industrial equivale al de una población de 1.022 habitantes.

Cuadro No. 21. Caracterización de los vertimientos líquidos de algunas de las industrias instaladas en Ibagué.

INDUSTRIA	DBO mg O ₂ /L	DQO mg O ₂ /L	Conductividad μ S/cm	Sólidos Totales mg/L	Turbiedad UNT
CARLIMA	117.0	163.0	789.0	1304	326.0
Ind. Aliadas	914.0	1560.0	2030.0	2545.0	82.6
FATEXTOL	316.0			297.0	
FIBRATOLIMA	346.5	1430.8	3074.0	930.0	203.0
CocaCola	43.0	78.3	3120.0	2019.0	45.7
PROGAL S.A.	585.0	1308.0	597.0	1280.0	975.0
Casa de La Moneda	21.4			86.9	
Total	2342.4	4539.3		8461.9	

Fuente: CORTOLIMA, 1999.

Dentro del sector textil se considera que Manufacturas Carolina emite vertimientos domésticos, aunque no se ha caracterizado su efluente para saber de que tipo es. Igualmente, Pollos Gar se encuentra ubicada sobre el colector y, al parecer, vierte directamente a este, razón por la cual tampoco se conocen las características fisico-químicas de su efluente.

Debe tenerse en cuenta que no se tiene estimado el vertimiento de talleres mecánicos, cambiaderos de aceite y lavaderos de automóviles, aquellos que no se encuentran ubicados en estaciones de servicio; estas actividades representan una mayor carga en grasas, aceites e hidrocarburos. Las estaciones de servicio de la ciudad cuentan con sistemas de tratamiento para sus vertimientos y trampas de grasas en las áreas de lavado y cambio de aceite.

Empresas como Tolibolsa, Poliform, Profilac, Colapsibles S.A., Fábrica Nacional de Chocolates, I.P.L., Lechería del Tolima y COLANTA no emiten vertimientos líquidos industriales, sus vertimientos son domésticos. Las curtiembres han suspendido el proceso

húmedo de su actividad y la Fábrica de Licores del Tolima actualmente no destila alcohol, con esto las cargas disminuyeron sensiblemente ya que sólo la Fábrica de Licores emitía un vertimiento equivalente al de una población de 40.000 habitantes.

El vertimiento de sólidos por parte de la industria solo se ha determinado para el caso de los molinos, de esto se tiene que tres de los cuatro molinos que funcionan dentro del perímetro urbano de la ciudad procesan 76499 toneladas anuales de arroz Paddy verde. El proceso de molienda genera 16334 (81.46%) toneladas anuales de cascarilla, 2506 (12.49%) toneladas anuales de tamo e impurezas, 968 (4.8%) toneladas anuales de polvo y 242 (1.2%) toneladas anuales de cenizas, para un total de 20050 toneladas anuales de sólidos que deben ser dispuestos adecuadamente.

- **Sector Comercial.** es el sector que alberga a la mayor cantidad de habitantes del municipio, el cual está representado por aproximadamente 5566 establecimientos comerciales de diversa índole. Adicional a esta cantidad de establecimientos comerciales, se presenta también un sinnúmero de locales y/o puntos de venta para comercialización de productos, operando de una manera informal y sin los debidos permisos de funcionamiento respectivo, los cuales generan empleo a un considerable número de familias en forma temporal y permanente.
- **Sector Turístico.** A nivel de la cabecera municipal de Ibagué, la actividad turística es muy limitada (Cerro de Pan de Azúcar), tan sólo en la zona rural se cuenta con sitios de interés tales como el Nevado del Tolima y los termales del rancho (abandonado en la actualidad), los cuales generan algunos ingresos económicos temporalmente a un pequeño sector de la población, que presta sus servicios en dicho sector (transporte, restaurantes, guías, etc.).
- **Sector Recreacional.** En lo que respecta a éste sector, el municipio cuenta con diversos sitios tanto privados como públicos para el desarrollo de actividades recreativas, los cuales se encuentran disponibles en forma temporal y permanente para los habitantes de la ciudad y sus alrededores. entre los sitios que con mayor frecuencia concurren los habitantes del municipio podemos citar entre otros los siguientes: COMFENALCO, CONFATOLIMA, Parque Deportivo, Estadio Manuel Murillo Toro, Polideportivo Maracaná y los diferentes parques y piscinas particulares existentes en la ciudad.

esta actividad permite a un buen número de personas, emplearse de manera permanente y temporal en dichos sitios, en especial durante la época de vacaciones.

- **Sector Minero.** Durante la colonia la actividad minera se desarrolló intensamente, principalmente en lo referente a oro de filón, situación que se repitió hasta comienzos de siglo periodo en el cual muchas de estas minas fueron abandonadas por llegar a niveles de reservas marginales.

En la actualidad y ante el acelerado crecimiento urbano de la ciudad, la actividad minera más representativa se centra en la explotación de materiales de construcción (Arenas, recebo y gravas), arcillas, materiales de enchape y feldespatos.

– **Materiales de construcción (Recebo, Gravas y Arenas).**

a.) Canteras. Para la obtención de materiales como recebo, gravas y arenas se realizan explotaciones intensas en los sectores: Boquerón y Calambeo-Ambalá. Dichas explotaciones se realizan a cielo abierto con la ayuda de retroexcavadoras, cargadores y bulldozer, de manera poco tecnificada, pues no se observa personal profesional en la dirección de las labores, así como la ejecución de un plan minero adecuado.

En el sector de Boquerón, paraje Morrochusco afloran rocas del batolito de Ibagué altamente meteorizadas con signos evidentes de cataclásis recubiertas por una capa gruesa de suelo y piroclastos. Presentan un color gris azulado, con apreciables cantidades de feldespato y anfíboles. Las explotaciones se adelantan en frentes únicos con bancos de aproximadamente 30 metros de altura, mediante el uso de explosivos, retroexcavadora, cargador y bulldozer; se presentan tres (3) receptoras a saber: Receptera Hernandez, Receptera de Pastor Arciniegas y Receptera del municipio (Inactiva)

En las zonas altas de los cerros del sector calambeo-Ambalá y en algunas partes del piedemonte se encuentran varias explotaciones de arena de peña, las cuales aprovechan amplias zonas de meteorización del batolito de Ibagué. Estas se caracterizan por dar origen a un material areno-limoso con un porcentaje significativo de cuarzo. Las explotaciones se realizan a cielo abierto en un frente único, utilizando para la remoción en diferentes zonas algunos de los siguientes elementos: maquinaria pesada, pico y pala o remoción con agua a presión utilizando motobombas.

b.) Materiales de Arrastre. La extracción se efectúa en diversos tramos de manera manual (a pico y pala) sobre el cauce, playones y barras constituidas por la dinámica de las corrientes, de los ríos Combeima, Chipalo y algunos de sus tributarios. En muchos casos sobre el cauce se disponen diques de madera y piedra perpendiculares a la dirección de la corriente, sobresaliendo hasta 50 centímetros por encima del nivel de aguas; lo cual precipita la sedimentación de agregados finos (arenas) y en menor cantidad agregados gruesos (Principalmente gravilla fina). El material extraído es sometido en muchos casos a un proceso de selección manual; las corrientes donde se desarrolla esta actividad, son:

- * Río Combeima: Carlina, Vereda Pico de Oro, Barrios La Vega, La Isla, Yuldaima y Santofimio.
- * Quebrada el Pañuelo-Tributario del río Combeima: Sectores del barrio Santa Bárbara.
- * Quebrada Calambeo-Tributario del río Chipalo: Sectores de la vereda Calambeo y desembocadura en el río Chipalo.
- * Quebrada las Panelas-Tributario del río Chipalo: Sectores aguas arriba y abajo de del puente sobre la carretera San Francisco -El Salado, sectores de la hacienda el Vergel.

– **Materiales de uso ornamental e industrial**

a.) Arcillas. En las zonas ubicadas sobre el piedemonte y los cerros donde aflora el batolito de Ibagué altamente meteorizado, así como depósitos coluvio-aluviales se desarrollan horizontes arcillosos que han dado origen a pequeñas factorías dedicadas a

la explotación de las mismas y posterior manufactura de productos cerámicos (Principalmente ladrillo, teja y adoquín).

Esta actividad aunque no tiene una alta tecnificación presenta proliferación de la misma principalmente debido a la alta demanda existente en el mercado local, así como los bajos recursos de inversión para su montaje. Dichos montajes comúnmente denominados chircales generan una buena cantidad de empleo de manera directa e indirecta.

La extracción de los materiales arcillosos se hace a cielo abierto, generalmente en bancos únicos de dimensiones variables, subverticales; los equipos usados en dichas actividades son rudimentarios a medianamente tecnificados. Es así como se encuentran extracciones a pico y pala, movilización del material en carretas y molienda de la arcilla por tracción animal.

Como contraparte se encuentra extracción de arcilla con bulldozer o cargadores de baja capacidad, molino eléctrico, extrusadoras para ladrillos de diferentes boquillas, transporte del material en vagonetas mediante red de rieles.

La extracción de arcillas se realiza en los siguientes sectores:

- * Carretera Boquerón-Corregimiento de Coello. En este sector se observan depósitos de arcilla generados a partir de la meteorización de rocas del batolito de Ibagué. Los espesores aprovechables oscilan entre 1,5-2 metros. La extracción se realiza a pico y pala en áreas de ladera, a cielo abierto, la molienda de arcilla se realiza con motores de A.C.P.M.
- * Zona Boquerón Parte Alta. Ubicada desde el control de buses de La Florida, hasta la vereda Charco Rico.

Se presentan diferentes niveles de alteración del batolito de Ibagué, con gran espesor y desarrollo de niveles arcillosos y arcillo-arenosos que oscilan entre 1- 3 metros. La extracción se efectúa a pico y pala, la molienda se realiza con la ayuda de motor eléctrico o tracción animal; esta actividad en la mayoría de los casos es de carácter familiar desarrollándose generalmente en los patios traseros de las viviendas.

- * Zona La Florida. Comprende en el tramo de la carretera Boquerón- Florida. En este sector se presentan niveles arcillosos correspondientes al batolito de Ibagué y depósitos coluvio-aluviales. La extracción de materiales se lleva a cabo sobre un solo nivel, con taludes verticales a sub-verticales. La molienda se realiza con ayuda de motor eléctrico.
- * Zona Colinas del Sur, Jazmín y Batallón Roock. Esta zona corresponde a los alrededores del Batallón Roock, en esta área se encuentran las ladrilleras de mayor producción, aunque también hay un número significativo de pequeños explotadores. Se encuentran en estas áreas niveles arcillosos producto de la degradación de las rocas del batolito de Ibagué, así como pequeños abanicos coluvio- aluviales. La extracción del material se efectúa sobre frentes únicos con taludes verticales a sub-verticales; la molienda de la arcilla se realiza con motor de A.C.P.M. y eléctricos.

- * Zona Martinica. Corresponde a la parte media y baja del cerro de la Martinica y zona adyacente a la quebrada el Tejar, distribuidos a lo largo de la carretera que conduce a la parte alta del mismo. Se presentan en estas áreas niveles arcillosos generados a partir de la meteorización de las rocas del batolito de Ibagué y pequeños depósitos coluvio-aluviales. Alcanzan espesores de 1 a 3 metros. El arranque del material se realiza a pico y pala, en un solo frente, conservando taludes verticales a sub-verticales.
- * Zona Calambeo, barrio Ambalá, Gaviota, El País. Esta zona se encuentra ubicada en el piedemonte de los cerros tutelares de la ciudad, al norte, en sectores de las veredas Calambeo, Ambalá y los barrios Ambalá, Gaviota y El País. Los depósitos explotados corresponden en su mayoría a abanicos coluvio-aluviales generados por los diferentes drenajes del sector; éstos presentan espesores variables del orden de metros a decenas de metros; en menor proporción los depósitos arcillosos corresponden a niveles de alteración de rocas graníticas. La explotación se realiza en su mayoría a pico y pala, en menor proporción con la ayuda de cargadores de baja capacidad; la molienda se hace con motores de A.C.P.M. Hay un número reducido de explotaciones medianamente tecnificadas.

De acuerdo con el inventario realizado por CORTOLIMA el número de ladrilleras activas existentes en la ciudad es de 78, de las cuales 33 se clasifican como "Minería de Hecho", definidas así de acuerdo con la ley 141 de 1994 y las cuales tenían un régimen preferencial, dentro del cual se planteaba la elaboración de los planes de manejo ambiental por parte de Cortolima y el Ministerio de Minas y Energía.

CORTOLIMA igualmente realiza una evaluación de las ladrilleras existentes con el fin de determinar los diferentes plazos que otorgará para el funcionamiento de las mismas. En esta evaluación consideraron los siguientes aspectos: Riesgo, ubicación (Urbana, suburbana y rural) y distancia a viviendas, encontrándose los siguientes aspectos:

Riesgo

Explotaciones con alto riesgo:	46 (59%)
Explotaciones sin riesgo inminente	32 (41%)

Ubicación

Explotaciones urbanas	32 (41%)
Explotaciones suburbanas	28 (35,9%)
Explotaciones rurales	18 (23,1%)
Distancia	

Distancia a viviendas

0 a 100 m	41 (52,6%)
151 a 300 m.	41 (52,6%)
351 a 500 m.	16 (20,5%)
mayor de 551 m.	10 (12,8%)

Con base en lo anterior se definieron los plazos máximos que se le concederán a las explotaciones para su funcionamiento así:

Un año	25 (32,1%)
Dos años	13 (16,7%)
Tres años	21 (26,9%)
Cinco años	19 (24,4%)

b.) Feldespato. En la Hacienda El Vergel y sobre la margen izquierda de la quebrada Cocara, afloran diques de feldespato potásico, los cuales se encuentran emplazados en rocas del batolito de Ibagué. Estas zonas son intensamente explotadas y su producto final es transportado a los centros de consumo de Santafé de Bogotá y Medellín. La explotación se realiza a cielo abierto, por el método de bancos descendentes, de aproximadamente 8 metros de altura y 5 metros de ancho de berma, con taludes verticales a subverticales; estos son conformados mediante voladuras dirigidas, para lo cual se efectúan barrenos de forma regular con la ayuda de martillos neumáticos. Los barrenos son tacados posteriormente con dinamita que después de su detonación deja un gran volumen de material aprovechable para su cargue y pos- proceso, el cual se ejecuta en molinos donde se reduce a un tamaño acorde con las necesidades de los diferentes consumidores.

1.6.4. Relaciones de Producción. A pesar de que los diferentes sectores de producción no son muy distantes entre sí, se presentan inconvenientes para el transporte de los diferentes productos de consumo, tal es el caso de los productos agrícolas que se descargan en las plazas de mercado de la 14, 21 y 28 principalmente, donde se presentan congestiones vehiculares permanentes, por encontrarse éstas cerca a sectores residenciales y comerciales de la ciudad.

En lo que respecta a las actividades de tipo comercial, tienen estas su mayor concentración en el centro de la ciudad, especialmente sobre las carreras 1a, 2a y 3a en donde últimamente se ha incrementado la presencia de vendedores ambulantes, generando la invasión del espacio público (especialmente sobre el andén).

Por su parte la actividad de tipo industrial se encuentra localizado principalmente, sobre el sector oriental de la ciudad y en menor escala en el centro de la ciudad.

Esta situación que muestra los sectores productivos de la ciudad, originan en ocasiones trastornos en la circulación del capital, debido también al mal estado en que se encuentra la malla vial de la ciudad.

En lo que respecta a la actividad productiva de los habitantes de la ciudad, en el sector oficial, podemos anotar que ha ido decreciendo paulatinamente debido a la reestructuración administrativa por la que atraviesa en la actualidad el país y por ende el municipio de Ibagué, reduciendo considerablemente su planta de personal, lo que ha ocasionado el cambio de actividad de dicho personal hacia un sector productivo de economía informal y artesanal (vendedores ambulantes, transportadores, intermediarios, comerciantes, prestamistas, etc.).

1.6.5. Aspectos Culturales. A pesar de ser considerada la ciudad como capital musical de Colombia, es poca la actividad artístico-cultural que se genera durante el año en la ciudad, a excepción de las festividades folklóricas de mitad de año (San Juan y San Pedro) y algunos eventos teatrales y/o musicales que se programan temporalmente.

Entre las edificaciones que se consideran de valor cultural y patrimonial dentro de la ciudad, tenemos las siguientes:

- Conservatorio de música del Tolima
- Teatro Tolima
- Biblioteca Dario Echandia
- Biblioteca Soledad Rengifo
- Salón de Convenciones “Alfonso López Pumarejo”
- Concha Acústica del Parque Centenario
- Monumento a la música
- Antigua Granja San Jorge.

1.7. SUBSISTEMA ASENTAMIENTOS

1.7.1. Densidades de Ocupación.

1.7.2. Equipamiento Actual de Servicios.

- **Red vial.**
- **Acueducto**
- **Alcantarillado.** La ciudad se inició, a principios de la década, la construcción y operación del Plan de Saneamiento Hídrico cuyo objetivo principal ha sido el de recuperar los diferentes sistemas hídricos, retirando los vertimientos domésticos e industriales de ellos. Esta recuperación lleva implícito el mejoramiento del nivel de vida de la población beneficiada, al eliminar los principales vectores de enfermedades infecto-contagiosas y recuperar el medio ambiente de la zona urbana. Igualmente, garantizara una adecuada recuperación de las aguas vertidas finalmente a las distintas cuencas del municipio, tales como Combeima, Chipalo, Opia y Alvarado.

De acuerdo con esto, el Plan de Saneamiento Hídrico ha contemplado la construcción de varias (7) plantas de tratamiento, su ubicación será fuera del perímetro de la ciudad, con excepción de las plantas El Tejar y El Papayo que se encargaran de eliminar la carga que se vierte al río Combeima. Las demás plantas se encargarán de tratar los vertimientos que se vierten al río Opia (dos plantas, una de las cuales estaría en cercanía de Doima), al río Chipalo (dos plantas) y al río Alvarado (una planta).

De estas plantas se encuentra en construcción la planta de El Tejar, cuenca Combiema, la cual garantizará el tratamiento de los vertimientos de 70.000 habitantes (11200 m³/día) por medio de dos reactores U.A.B.S. y una laguna facultativa. Se estima que podrá tratar 88 ton/mes de DBO y 105 ton/mes de sólidos totales, con una

eficiencia del 80%. Las demás plantas serán similares en operación, aunque podrán tener lagunas aeróbicas para aumentar la eficiencia del sistema.

Tomando como base el Estudio de Impacto Ambiental para el Plan de Saneamiento Hídrico de la ciudad, realizado por CORTOLIMA en 1994, la población ubicada en la cuenca del río Chipalo genera 0.432 kg/habitante/día de carga contaminante, de los cuales el 10.47% (0.04 kg./hab/día) corresponden al DBO y el 8.52% (0.036 kg./hab/día) son sólidos totales. Para la cuenca del Combeima la carga por habitante/día es de 0.376 kg., de las cuales el 11.51% (0.04 kg./hab/día) es de DBO y el 60.75% (0.228 kg./hab/día) son sólidos totales.

La proyección de estas cargas proyectadas de acuerdo con el crecimiento poblacional se presentan en el Cuadro No. 22, el crecimiento poblacional corresponde a proyecciones realizadas con la tasa de crecimiento intercensal (DANE, Secretaría de Planeación Municipal, 1999).

Cuadro No. 22. Proyección de la carga (kg/día) combinada tomando como base la carga por habitante/día calculada para la cuenca del río Chipalo (0.432 kg/hab/día).

Años	Población	Carga (ton/día)
1999	427.888	108.99
2000	438.172	185.35
2001	448.703	189.80
2002	549.486	194.36
2003	470.528	199.03
2004	481.834	203.81
2005	493.412	208.71
2006	505.268	213.88
2007	517.407	218.86
2008	529.838	224.12
2009	542.567	229.50
2010	555.601	235.02
2011	568.947	240.66
2012	582.614	246.44
2013	596.608	252.36
2014	610.937	258.43
2015	625.610	264.63
2016	640.635	270.99
2017	656.020	277.49
2018	671.773	284.16
2019	687.904	290.98
2020	704.422	297.97
2021	721.335	305.12
2022	737.882	312.12

Fuente: GEOAM, 1999.

Debido a que la red de alcantarillado de la ciudad en su mayoría es combinada, el sistema de colectores tuvo que ser diseñado así, es decir que transportará aguas residuales y aguas lluvias; sin embargo, se espera que en los aliviaderos con que cuentan los colectores las aguas lluvias sean descargadas del sistema. Como las aguas domésticas de la ciudad se vierten en dos cuencas, Combeima y Chipalo, ocasionado por las condiciones topográficas de la misma, el Sistema de Saneamiento Hídrico se dividió en dos sectores correspondientes a estas cuencas.

El sector de la cuenca Combeima, donde se encuentra ubicada cerca del 39% de la población, requiere para su funcionamiento de la construcción y operación de nueve colectores principales, los cuales llevarán las aguas domésticas hacia las plantas de tratamiento. Los colectores son:

- Interceptor Combeima
- Manijas Combeima
- El Sillón
- La Guadaleja
- La Hedionda
- El Tejar
- La Gavilana
- Arenosa Norte
- Arenosa Sur

De estos colectores se inició la construcción en 1994 de El Tejar, La Hedionda, La Guadaleja y Manijas Combeima, actualmente se desconoce el estado de avance los mismos.

En el sector Chipalo, donde se encuentra cerca del 61% de la población, se necesita de la construcción y operación de 13 colectores principales, estos son:

- Interceptor Chipalo Sur
- Ancón
- Veinte de Julio
- La Pioja
- Las Niguas
- Guabinal - Viudas
- San Jorge
- Ambalá
- Hato de La Virgen
- Interceptor Chipalo Norte
- La Balsa
- La Saposá
- La Tuza
- La Chicha

De estos los colectores Las Niguas y Veinte de Julio se encuentran construidos en su totalidad, en 1994 se iniciaron los trabajos para construir el Interceptor Chipalo Sur y el colector Hato de La Virgen, desconociéndose su actual estado de avance.

- **Disposición y Manejo de Basuras.** De acuerdo con la información suministrada por ESPI-E.S.P., la ciudad generó durante el primer semestre de 1999 un promedio de

283.96 toneladas de residuos sólidos, de los cuales 273.82 toneladas/día fueron dispuestas en el Relleno Sanitario Combeima. De mantenerse esta tendencia, los residuos sólidos serían del orden de 103645.4 toneladas anuales, de las cuales 100681.14 toneladas serían dispuestas en el relleno sanitario. La composición de estos desechos se estima en un 75% (77734.05 ton.) de material orgánico, 12.7% (13162.96 ton.) de papel y cartón, 5.0% (5182.27 ton.) de plástico, 4% (4145.82 ton.) de vidrio, 2.3% (2383.84 ton.) de hueso y 1.0% (1036.45 ton.) de chatarra.

El relleno sanitario Combeima se encuentra ubicado en el kilómetro 4 vía al aeropuerto Perales; hasta el momento su actividad ha permitido compactar 30.000 m³, en la fase I, y 176.000 m³, en la fase II, de desechos sólidos. De acuerdo con los indicadores de gestión elaborados por la Contraloría Municipal, para el primer trimestre del año la eficiencia y calidad del servicio en la cobertura y recolección de basuras en la ciudad es del 97.14% y la efectividad del relleno sanitario es del 95.23%.

Para su operación y adecuado manejo este sistema requiere de la construcción de tres celdas/día, cuya área individual es de 165 m² y su volumen es de 165 m³, es decir que el área diaria efectiva para el relleno es de 495 m². Al parecer las áreas disponibles en las fases I y II son del orden de 103797 m², es decir que la vida útil del relleno será de 210 días; si se emplean los 65000 m² de otras áreas disponibles en el lote, la vida útil aumentaría en 131 días. Es decir que máximo el relleno sanitario tiene una vida útil de 341 días, poco menos de un año.

En la actualidad hay 40 chimeneas instaladas en la fase I, de estas 16 (40%) funcionan en mal estado y 24 (60%) se encuentran fuera de servicio; por lo anterior es necesario reconstruir todo el sistema de extracción de gases y construir una chimenea de piedra que contribuya al manejo de los gases y lixiviados en la salida de esta fase. En la fase II se encuentran construidas 35 chimeneas que se encuentran en funcionamiento, pero se requiere de la construcción de otras 35 para extraer los gases de los sectores ocupados que no cuentan con este sistema. Para el área que falta por rellenar en esta fase, es necesario construir 8 chimeneas o monjes tipo gavión.

Igualmente, se requiere la construcción de 545 metros lineales de filtros perimetrales de la fase I, de los cuales 30 ML corresponden al filtro del colector principal, 165 ML al filtro superficial del sector Norte y 350 ML a los filtros superficiales de los sectores Sur y Oriental. En la fase II se requiere de la construcción de 486 metros lineales de filtros perimetrales. Estos filtros son necesarios para recolectar los lixiviados que se generan por el proceso de descomposición de los desechos sólidos. De otra parte, se necesitan 17800 m³ de material para la cobertura final de la fase I y hay disponibles en el área 15100 m³. De lo anterior se concluye que a muy corto plazo la ciudad enfrentará una emergencia en el manejo de sus desechos sólidos y en la operación de su relleno sanitario.

- **Salud**.....
- **Educación**.....
- **Vivienda**.....

- **Telefonía**.....
- **Electrificación**.....

1.7.3. Distribución Espacial de Servicios.

1.7.4. Demanda de Servicios.....

2. AMENAZAS NATURALES

2.1. CONCEPTUALIZACIÓN

Debido al impacto que causan los desastres en las diferentes actividades humanas, ha sido un tema que se le ha dado amplia divulgación a través de los medios y publicaciones diversas, que han conceptualizado en forma diferente, de manera tal que se presentan términos equivalentes para diferentes componentes. Por esta razón es necesario previamente definir los términos ya unificados por la UNDR0 (1978), tal como se presentan a continuación. Igualmente en el presente no se hace referencia al significado estricto de Amenaza, puesto que no se realiza el análisis en términos de probabilidades ni recurrencia. Así mismo, las clases de amenazas consideradas son volcánica, sísmica, de remoción en masa e hidrológica, para lo cual se toma como base el documento "Estudio Geológico- Geotécnico y Aptitud Urbanística de la Ciudad de Ibagué producido por INGEOMINAS (1992).

2.1.1. Amenaza. Factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, de origen tecnológico o provocado por el hombre, que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente. Matemáticamente expresada como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con cierta intensidad, en un sitio específico y en un periodo de tiempo determinado.

2.1.2. Riesgo. Es la probabilidad de exceder un valor específico de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado. Se obtiene de relacionar la amenaza o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno con una intensidad específica, con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. El riesgo puede ser de tipo natural, geológico, hidrológico o atmosférico, o también de origen tecnológico provocado por el hombre.

2.1.3. Vulnerabilidad. Factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida. El grado estimado de daño o pérdida de un elemento o grupos de elementos expuestos como resultado de la ocurrencia de un fenómeno de una magnitud o intensidad dada, expresado usualmente en una escala que varía desde 0 o sin daño a 1 o pérdida total. La diferencia de la vulnerabilidad de los elementos expuestos

ante un evento peligroso determina el carácter selectivo de la severidad de las consecuencias de dicho evento sobre los mismos.

2.2. IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS

2.2.1. Tipo Volcanico.

- **Generalidades y conceptos preliminares.** En el área de estudio se consideran como elementos de amenaza volcánica aquellas estructuras tales como el Nevado del Tolima y el volcán Machín.

En este sentido debemos considerar los diferentes productos de una erupción volcánica y sus fenómenos asociados, los cuales así mismo representan mayor o menor grado de peligrosidad. Dentro de estos se encuentran:

Piroclastos
Derrames lávicos
Flujos piroclásticos
Lahares
Sismos

Los piroclastos hacen referencia a fragmentos de diverso tamaño (Tipo limo, grava y bloque), que son expulsados de manera violenta por los gases y vapores acumulados dentro del volcán. Su dispersión por lo tanto está relacionada al tamaño y densidad de los mismos. los elementos más gruesos se depositan en las áreas adyacentes al aparato volcánico y los finos tales como las cenizas pueden ser transportados por los vientos cientos de kilómetros.

Los derrames lávicos no son otra cosa que roca fundida que asciende por el interior de los volcanes y fluye por las laderas de éste. La distancia a la que fluye está en función de su composición. Para el caso de las estructuras consideradas las lavas producidas son muy viscosas y por lo tanto se restringen a las vecindades de las mismas. En volcanes Nevados como el Tolima esta condición es particularmente importante, puesto que las altas temperaturas a las que fluyen pueden fundir parte del casquete glaciar generando así flujos de lodo.

Los flujos piroclásticos, como su nombre lo indica, son una mezcla viscosa de rocas, piroclastos y fragmentos de lavas generados durante una erupción violenta y desplazados a gran velocidad por las laderas del volcán arrasando lo encontrado a su paso e involucrando otros materiales. Son de alto peligro por su poder destructivo y temperaturas que alcanzan.

Los Lahares son flujos hiperconcentrados con fracciones importantes de lodo y rocas de tamaño variable, principalmente generados por deshielo parcial o total de una masa glaciar. dichos flujos son canalizados por los diferentes drenajes, y su alcance dependerá de la cantidad de agua que alimente los mismos. El peligro por lo tanto se limita a las partes bajas de los valles y zonas planas receptoras de éstos. Tienen alto poder destructivo, tal como se pudo observar en el evento de Noviembre de 1985, donde los generados por deshielo parcial del casquete del Nevado del Ruiz

destruyeron la población de Armero, dando como resultado cuantiosas pérdidas de vidas humanas y recursos económicos.

Los sismos producidos por una erupción volcánica, generalmente son de baja a moderada intensidad y se restringen a una pequeña área alrededor del edificio volcánico, por lo cual no se consideran de una gran amenaza; pero pueden desencadenar desprendimientos de masas glaciares deslizamientos en las zonas altas causando represamientos y desencadenando avalanchas.

- **Actividad volcánica histórica y actual en la región.** La actividad histórica se deduce de los diferentes productos emanados de las estructuras volcánicas observadas y ubicados en las áreas de influencia de los mismos.

Esta actividad comienza desde finales del Terciario, con la generación de las primeras etapas de los conos volcánicos, básicamente representadas en emisión de lavas de diferente composición. Posterior a la configuración de las estructuras volcánicas se sucedieron diferentes erupciones violentas, cuyos productos se pueden observar en las áreas adyacentes y drenajes que nacen en las vecindades de las mismas.

Las predicciones sobre las áreas afectadas por lo tanto se basan en los reportes y estudios de los depósitos encontrados en las diferentes zonas.

Hasta el presente no se ha podido comprobar una actividad reciente del Nevado del Tolima y el volcán Machín. Según Hantle y Parodi (1966) en (En Murcia y Cepeda, 1989) se reporta un evento ocurrido en 1943, del cual no se ha podido encontrar evidencia según los referenciados autores.

La actividad actual se resume en pequeñas fumarolas reportadas en el cráter del nevado del Tolima y en el sitio denominado "El oído". En el volcán Machín se suelen observar pequeñas fumarolas ubicadas sobre la parte alta del mismo. Así mismo otro tipo de actividad se puede asumir por la emanación de diferentes fuentes termales en las zonas adyacentes a estas estructuras.

- **Áreas susceptibles a Amenazas volcánicas.** Las áreas de riesgo volcánico se pueden resumir en: parte alta del Nevado del Tolima se pueden presentar fenómenos de emisión de lavas, caída de piroclastos y flujos piroclásticos. Las áreas vecinas al volcán Machín, también pueden presentar estos mismos fenómenos. En esta región se encuentran depósitos piroclásticos espesos, donde se encuentran fragmentos leñosos carbonizados que evidencian las altas temperaturas alcanzadas por los mismos. Estos productos serían canalizados por los drenajes que nacen en sus vecindades y por el río Toche.

Las áreas bajas del río Combeima presentan susceptibilidad a la ocurrencia de lahares, con el consecuente peligro para las poblaciones e infraestructuras ubicadas en sus zonas adyacentes. Cálculos realizados por Cepeda y Murcia (1.989) reportan los siguientes volúmenes de hielo que pueden influir sobre algunos drenajes:

Millones de M3

Río San Romualdo

32,3

Río Combeima	57,0
Río toche	1,2

Las alturas alcanzadas sobre el nivel del río Combeima por un lahar generado por el Nevado del Tolima, en caso de un deshielo del 15% oscilarían entre 11 y 16 metros (Murcia y Cepeda, 1988, en Moreno y Vergara, 1992). Este cálculo aproximado da idea de la magnitud del fenómeno y consecuencias.

En el río Toche, afluente del río Coello, se presentarían lahares de menor magnitud por deshielos del Nevado del Tolima.

El volcán Machín por no poseer casquete glaciar, no generaría lahares, pero de acuerdo con las observaciones realizadas sobre los depósitos generados por este volcán, se puede concluir un gran carácter explosivo que podría generar potentes flujos piroclásticos y depósitos piroclásticos que podrían afectar poblaciones vecinas a él, así como las que se encuentren en márgenes del río Coello y Toche. En la actualidad INGEOMINAS, desarrolla el mapa de amenazas de este volcán, lo cual diferenciaría con mayor precisión la verdadera amenaza que representaría esta estructura.

2.2.2. Tipo Sísmico. Para el estudio de la amenaza sísmica es necesario recurrir a la sismicidad Histórica y a la sismicidad instrumental. La primera se refiere a las crónicas de sismos que no han sido registradas por instrumento alguno y que solo han sido narradas por cronistas de épocas anteriores, así como aquellos sismos que han tenido valores de gran magnitud en una zona determinada; la segunda se refiere a aquellos sismos registrados por equipos y estandarizados de acuerdo a una escala de valores o medida, para el caso actual, escala de Richter; se basa en toda la información disponible de una región que ha sido posible registrar empleando para ello tecnologías avanzadas. Para el caso de Ibagué es posible contar con registros de catálogos de sismos de Colombia desde 1958.

Históricamente los sismos de mayor intensidad registrados en un radio de 200 kilómetros alrededor de Ibagué son:

- Se reporta un sismo en el año 1.805, atribuible a la falla de Ibagué, el cual afectó las poblaciones de Honda y Mariquita (Inventario inicial de riesgos, IGAC, 1.989).
- 31 de Agosto de 1917, afectó todo el país, especialmente Bogotá y sus alrededores. Se le atribuye una magnitud Ms de 7,3.
- 4 de agosto de 1938, afectó principalmente la región del Viejo Caldas, produjo daños en Manizales, Pereira, Armenia, Cali y Cartago. Se le atribuye una magnitud Ms de 7,0.
- 1942, sismo ubicado a 30 kilómetros al oriente de la ciudad, que tuvo magnitud Ms de 5,7.

- 20 de Diciembre de 1961, con epicentro cercano a la ciudad de Armenia, con un foco a 176 kilómetros de profundidad. Se le atribuye una magnitud Ms de 6,5
- 30 de julio de 1962, con epicentro en el departamento de Caldas a una profundidad de 69 kilómetros y una magnitud Ms de 6,7
- 3 de abril de 1973, con epicentro en el departamento del Quindío, ocurrió a 158 kilómetros de profundidad. Tuvo una magnitud Ms de 6,4.
- 19 de mayo de 1976, afectó principalmente a Armenia, con un saldo de 500 damnificados. El epicentro estuvo en el Norte del Valle, a una profundidad de 157 kilómetros. Tuvo una intensidad Ms de 6,4.
- 23 de noviembre de 1979, a una profundidad de 108 kilómetros, con epicentro en el Norte del Valle, con graves daños en las ciudades de Armenia, Pereira y Manizales. Tuvo una Magnitud Ms de 6,3.
- 25 de enero de 1999, Con epicentro en el municipio de Córdoba (Quindío), a una profundidad de 20 kilómetros y una intensidad Ms de 6. Numerosos daños en el departamento de Quindío y Risaralda, así como daños menores en municipios de Tolima y Caldas.

Los sismos registrados en la zona de Ibagué y aledañas, se originan principalmente en los siguientes sectores: Murindo, Viejo Caldas, Choco-Valle, Remedios-Segovia y Tolima-Huila. Se podrían definir como fuentes sismogénicas, los sistemas de fallas tectónicas y planos de fallamientos más profundos, que originan los sismos al producirse una ruptura por acumulación de energía y liberación de la misma de acuerdo a la teoría de rebote elástico.

Para calcular la magnitud máxima esperada dentro de la zona de estudio, INGEOMINAS (1992), realizó un análisis preliminar, para lo cual empleó el método de Sarria (1985), el cual consiste en graficar el número de sismos contra la magnitud. De los sismos que se encuentren en un radio de 200 kilómetros con centro en Ibagué.

Posteriormente mediante la ecuación $\text{Log } 10 N(m)=a-bm$

Donde a y b son constantes que se hallan por regresión lineal y $N(m)$ número de sismos.

De lo anterior se desprende que la magnitud máxima esperada es del orden de 7,0, valor obtenido de la recta dada por la ecuación de regresión $M_s= 7-0,6 \text{ Ln}N$.

La ciudad es cruzada por numerosas fallas, entre ellas la de Ibagué, la cual es de gran magnitud y la cual según los estudios de INGEOMINAS (1992), es una falla activa con movimientos recientes y tiene el potencial para generar sismos de magnitud $M_s= 7,2$.

El código Colombiano de Construcciones sismoresistentes NSR (Ley 400 de 1997) ubica a Ibagué en una zona de amenaza sísmica Intermedia, por lo cual se debe ceñir a esta norma para cualquier tipo de estructura o vivienda que se vaya a construir.

2.2.3. Tipo Geomorfológico (remoción en masa). Los procesos de remoción en masa se definen como desplazamiento de masas de materiales que componen la corteza terrestre, a lo largo de pendientes pronunciadas por acción de la gravedad.

Dentro de este término también se clasifican las caídas de roca y los flujos de escombros.

La ciudad de Ibagué, se encuentra rodeada por una zona montañosa caracterizada por pendientes abruptas y conformada por rocas del Batolito de Ibagué, sobre las cuales se han generado espesas capas de saprolito (Roca alterada), que unido a los procesos erosivos y la acción antrópica (Quema y tala de bosques, pastoreo de ganado, prácticas agropecuarias inadecuadas, entre otras) facilita el movimiento de masas en ocasiones afectan a la población.

Gran número de asentamientos se encuentran ubicados en zonas de ladera y piedemontes que comúnmente presentan fenómenos de remoción en masa.

Los factores más importantes que han acelerado los procesos de remoción en masa son:

- Litológicos: Material no consolidado
- Climáticos: Intensidad y régimen pluviométrico
- Topográficos: Fuertes pendientes
- Cambios Químicos y/o Físicos de los suelos, los cuales alteran las propiedades físicas (Fricción-cohesión).
- Variación en los niveles freáticos en los suelos
- Aumento del agua subterránea
- Carencia o deficiencia de colectores de aguas lluvias y/o negras
- Infiltraciones producidas a lo largo de los acueductos
- Explotaciones mineras y/o Materiales para construcción
- Construcciones civiles: Carreteras sin diseño vial y geométrico adecuado
- Carencia de cobertura vegetal, practicas culturales inapropiadas
- Pérdida de la masa de contrapeso: Socavación de taludes.
- Socavación por ríos y quebradas
- Sismicidad
- Características geológicas y estructurales

Históricamente en el área de estudio se conocen efectos desastrosos originados en procesos de remoción en masa, los cuales han desencadenado otros procesos tales como avalanchas y flujos torrenciales.

Se han identificado varias zonas inestables con presencia de diferentes fenómenos de remoción Así:

Carretera Ibagué- Cerro de la Martinica: Se presentan deslizamientos rotacionales de masas de suelo, que involucran además espesores moderados de roca alterada y fracturada. En la parte alta del cerro de la Martinica se presenta un deslizamiento complejo en el que intervienen diferentes factores tales como la construcción de un carretable sin especificaciones técnicas, fuerte pendiente, presencia de fallas geológicas y prácticas de uso del suelo inapropiadas.

En los cerros noroccidentales de la ciudad de Ibagué, se presentan deslizamientos rotacionales y traslacionales que involucran suelo y grandes espesores de roca alterada

del Batolito de Ibagué. Estos movimientos se presentan asociados a la alta pendiente, las variaciones climáticas y a las prácticas agrícolas inadecuadas.

En el sitio de Boquerón donde se encuentran asentadas varias canteras, se observan zonas inestables en la parte alta de los taludes. Muchas de estas zonas involucran la carretera Boquerón- Charco Rico, problemas que se asocian al grado de meteorización de la roca y técnicas inadecuadas de explotación.

Las zonas susceptibles a los procesos de remoción, son aquellas donde se presentan procesos activos e inactivos, o aquellos donde se encuentran depósitos producto de éstos.

Los sectores adyacentes a los cerros noroccidentales de la ciudad de Ibagué se encuentran ubicados sobre antiguos conos de deyección de las quebradas Aurora y Cucal. Esta misma situación se presenta en los barrios Ambalá, La Gaviota, El Vergel, Calambeo, Aldea Tierra Firme, por las quebradas Ambalá, las Panelas, Cristales, La Tusa, San Roque, entre otras. Estos conos de deyección fueron formados a partir de flujos de escombros canalizados por estos drenajes.

Cabe destacar que en noviembre de 1995, se presentaron crecientes en las quebradas Ancón y Alaskita, asociadas a grandes desprendimientos sobre las cabeceras de las mismas, que afectaron los barrios aledaños y causaron cuantiosas pérdidas materiales.

En meses anteriores igualmente se presentaron situaciones similares crecientes en el sector del Barrio Aldea Tierra Firme, que afectaron igualmente a sus pobladores.

Otras zonas susceptibles a los procesos de remoción en masa, donde se presentan pequeños deslizamientos son

Las áreas expuestas de escarpes naturales como lo son los taludes a lo largo de los ríos Combeima y Chipalo y las quebradas La Pioja, San Antonio, La Volcana, El Tejar, Hato de la Virgen canal del Centenario y parte de la quebrada el Jordán, al igual que cortes artificiales de alto ángulo como la avenida Ferrocarril, Conservatorio, Carrera primera, sexta Brigada y la recientemente construida Variante de Ibagué, la cual desestabiliza gran parte del piedemonte del Cerro de la Martinica, con frecuentes caídas de materiales.

2.2.4. Tipo Hidrológico. Debido al deterioro que se presenta en las cuencas altas de los diferentes sistemas hídricos que se encuentran en el municipio, son comunes crecientes torrenciales que transportan cantidades apreciables de materiales sólidos, siendo el río Combeima la corriente que registra mayor número de eventos.

De acuerdo con estudios realizados por el Himat, 1990, (En INGEOMINAS, 1992), en el río Combeima para períodos de retorno de 2, 20 y 100 años, se presentan crecientes para caudales máximos de 50, 130 y 180 m³/seg, respectivamente.

Según la cartografía geológica realizada para el río Combeima se diferenciaron dos niveles de terrazas aluviales el primero entre 0,8 y 1,5 metros y el segundo entre 1,5 y 3,5 metros; los cuales se correlacionan con el cauce mayor del río, periódicamente inundable, y el nivel de crecienta de los 20 años o más respectivamente.

Características similares se observan en el río Chipalo y afluentes como las quebradas las Panelas, La Tusa, Sacristán, etc.

La gran mayoría de los cauces presentan desarrollo de asentamientos humanos, en sus vecindades o en sus llanuras de inundación, lo cual hace que los mismos sean más susceptibles a los períodos de inundación, especialmente durante los meses de abril-mayo y octubre-noviembre, períodos particularmente de mayor pluviosidad en el país.

3. DEFINICIÓN DE ZONAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

Dando cumplimiento a lo estipulado por la Ley 388 de 1997, en sus capítulos IV, Artículos 30 y 35, en lo que respecta a la clasificación del territorio para fines previos de su ordenamiento espacial, se considera como se observa en el plano y cuadro, una superficie de 5.508,7 has del sector urbano y 863.3 has de su área inmediata de influencia, como zonas de protección, distribuidas en las siguientes categorías:

3.1. ZONAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

Considerados como tal aquellas áreas de territorios cuyos ecosistemas que conforman, dada su fragilidad (altamente susceptibles a la introducción de agentes exógenos), pérdida de su capacidad de recuperación o autorregulación, belleza escénica (paisaje natural), riqueza en biodiversidad, y/o importancia ambiental que muestran (prestación de servicios y funciones de gran relevancia), no admiten otros usos u ocupaciones diferentes al de su conservación, restauración y/o mejoramiento. Forman parte de esta unidad los siguientes sectores:

- Cerros Tutelares de la Ciudad de Ibagué. (Martinica, Cerro Gordo - Cuenca río Combeima y Cerros Noroccidentales- Cuenca Río Chipalo) y sistema orográfico de la cuenca del río Combeima localizado al Noroccidente de la ciudad. Criterio de categorización: por fragilidad ambiental, paisaje y/o función que desempeñan (fuente abastecedoras de aguas).
- Riberas y Cauces de los diferentes drenajes de las cuencas de los ríos Combeima, Chipalo, Alvarado y Opia que circundan y atraviesan la ciudad. Criterio de categorización: por fragilidad ambiental.
- Zonas verdes ornamentales de la ciudad. Criterio de categorización: por belleza escénica (paisaje) y como medio regulador del entorno en cuanto a temperatura y purificador del medio aire (función).
- Reserva Natural de San Jorge. Criterio de categorización: por alta biodiversidad.
- Red de canales. Criterio de categorización: por servir de medio transportador de agua para riego de la meseta (función).
- Sistemas Lóticos ubicados sobre la periferia al oriente de la ciudad. Criterio de categorización: por servir como medio de recreación y fuente de abasto como agua para riego (función).

Esta categoría representa aproximadamente el 20% del total del área considerada como zona de protección.

3.2. ZONAS DE PROTECCIÓN POR AMENAZA NO MITIGABLE

Corresponde a aquellas áreas que a raíz de estar sujetas en el tiempo y el espacio a un factor de riesgo, cuyo desencadenamiento puede producir efectos adversos a la población, del entorno y a los bienes que ellas soportan, debe ser restringido su uso para fines urbanos; la descripción en detalle de esta categoría esta dada en el numeral 1.2. del presente documento. En términos generales los sectores son:

- Riberas del cauce principal del río Combeima. Criterio de categorización: por amenaza volcánica (ocurrencia de lahares).
- Riberas de los tributarios y cauces de los ríos Combeima, Chipalo y Alvarado. Criterio de categorización: por amenaza hidrológica (ocurrencia de avenidas torrenciales).
- Cerro de la Martinica y Noroccidentales. Criterio de categorización: por ocurrencias de remociones masales (deslizamientos rotacionales y translacionales).

La presente categoría corresponde aproximadamente a 2.170 has, equivalentes al 15% de las zonas que han de ser dejadas como de protección.

3.3. ZONAS DE PROTECCIÓN POR INTERES ARQUITECTONICO

Hace referencia a algunos sectores de la ciudad (barrios Belén, La Pola, Interlaken, etc.), que dadas las características de sus edificaciones desde el punto de vista arquitectónico y de antigüedad, se constituyen en patrimonio escénico de la ciudad, ameritando su conservación y/o restauración.

4. APTITUD DE USO PARA FINES DE URBANISMO

Teniendo como base la caracterización geológica y geomorfológica, así como las condiciones de estabilidad y amenazas naturales, se dividió el área urbana de Ibagué de acuerdo a su aptitud urbanística, para lo cual se tomo como base la división realizada por INGEOMINAS, 1992, tal como se muestra en el plano.....

4.1. ZONA TIPO A. ESTABLES URBANIZABLES

Son áreas de alto grado de estabilidad. Estos terrenos presentan una adecuada protección de su superficie, un buen control de aguas de escorrentía y subsuperficiales y una buena conservación de sus límites que garantiza la no pérdida de masa y apoyo, permitiendo una estabilidad duradera.

De acuerdo con las características geomecánicas de los suelos, se puede subdividir en dos subzonas.

4.1.1. Subzona Tipo A1. Es la de mayor extensión. Comprende el este y sureste de la zona de estudio, ampliándose en dirección de Alvarado, Doima y vía a Bogotá. Sobre ella están los barrios Jordán, Ciudad Bolívar, Topacio, El Salado. Por presentar las mejores condiciones geológico-geotécnicas, se considera la más apropiada para futura expansión Urbana.

4.1.2. Subzona Tipo A2. Comprende el sector más antiguo y comercial de la ciudad, extendiéndose desde el barrio la Pola hasta la altura de Piedrapintada. Esta subárea está casi completamente urbanizada.

Aunque las condiciones geotécnicas y de estabilidad son relativamente buenas, el rango de variación de algunas características geomecánicas hace indispensable hacer estudios de suelos para cualquier obra proyectada.

Atendiendo a que el espesor máximo de 6 a 8 metros para construcciones pesadas se aconseja cimentar sobre materiales de la zona geotécnica subyacente.

4.2. ZONA TIPO B. INESTABLES, RECUPERABLES, URBANIZABLES

Son terrenos con estabilidad crítica, con manifestaciones evidentes de inestabilidad o susceptibilidad a procesos de remoción en masa y transporte en masa, o que poseen características geomecánicas del subsuelo deficientes; sin embargo con algunos correctivos específicos de tipo civil y cultural, se puede mejorar su condición para ser utilizado en programas urbanísticos.

En algunos sectores se presentan condiciones de estabilidad precaria, pero la importancia que tienen a nivel socioeconómico exige que se les de cierta adecuación para mejorar sus estabilidad y de las zonas vecinas.

Se presentan tres Subzonas:

4.2.1. Subzona Tipo B1. La conforman los depósitos de vertiente del Norte y suroeste de la ciudad, de superficie inclinada 6 a 9 grados, donde se ubican los barrios Como la Gaviota, Ambalá, El Tejar, Aurora, Ancón, Pablo VI, San Diego, Parte Baja de Colinas Del Norte, parte baja del barrio Alaska.

A pesar de ser un área urbanizable, su condición de sector periférico ha incidido en que se den desarrollos urbanos desordenados, servicios públicos deficientes, explotaciones de arenas y arcillas y ocupaciones de rellenos de canal, siendo común los hundimientos debido a rupturas de sistemas de conducción del acueducto y alcantarillado. De continuar este mal manejo, su grado de aptitud urbanística puede hacerse inferior. Por lo tanto, esta subárea debe ser objeto de cuidadosos planes de ordenamiento y expansión urbana.

4.2.2. Subzona Tipo B2. Son dos pequeñas zonas que se ubican en el estadio Manuel Murillo Toro y sobre la vía al Salado. Se componen de aproximadamente 5 metros de materiales superficiales finos, que fueron acumulados por procesos de seimentación en depresiones de tipo Lagunar.

Por presentar niveles orgánicos es inadecuada para cimentaciones superficiales sobre ella. Sin embargo, debido al poco espesor de los estratos sedimentarios que la componen, es recomendable y posible remover estos materiales para hacer las cimentaciones sobre los suelos subyacentes.

4.2.3. Subzona Tipo B3. Es un sector a lo largo de la falla de Ibagué, en la cual se presentan taludes verticales a subverticales de poca altura, y se insinúan algunos problemas de inestabilidad de suelos tales como grietas en viviendas y vías públicas; sin embargo este sector puede ser destinado a infraestructuras que no comprometan la integridad de la población, como vías, parques y campos deportivos sin construcciones en vertical. Para el planeamiento de estas estructuras puede tomarse como referencia la quebrada Hato de La Virgen.

4.3. ZONAS TIPO C. INESTABLES, DE ALTO RIESGO, NO URBANIZABLE

Fueron diferenciadas cuatro sectores que no deben ser incluidas para ningún tipo de desarrollo urbano habitacional.

4.3.1. Subzona Tipo C1. Se ubica a lo largo del río Combeima y corresponde a la zona de amenaza generados por eventual erupción y deshielo del Nevado del Tolima, así como las zonas de llanuras de inundación del mismo.

Involucra cotas entre 9 y 15,5 metros y en ella se involucran barrios como Santofimio, Combeima, Calixto Barón, Baltazar, entre otros.

A pesar de que los fenómenos de Lahares no son de ocurrencia frecuente, se debe evitar la formación de nuevos desarrollos urbanos y evaluar por parte de técnicos, planificadores y autoridades locales el nivel de riesgo que se puede aceptar para este sector.

4.3.2. Subzona Tipo C2. Corresponde a las llanuras de inundación del río Chipalo y las quebradas Sacristán, Ambalá, La Tusa, entre otras. Esta área es de amenaza alta por crecientes torrenciales y flujos de escombros. De igual manera, se incluyen otros drenaje que aunque no presentan mayores problemas de crecientes si son áreas de drenaje natural y conservación..

4.3.3. Subzona Tipo C3. La conforman las laderas inclinadas mayores de 30°, incluidos los bordes y bases de los escarpes. SE presentan en varios sectores del cañón del Combeima.

En dichas subáreas hay manifestaciones y antecedentes de fenómenos de inestabilidad los cuales se inician como pequeños deslizamientos de los bordes de los escarpes, para posteriormente transformarse en flujos de lodo que se desplazan pendiente abajo.

Debido a la alta pendiente topográfica, son también susceptibles a deterioro por uso inadecuado, siendo su mejor utilización para zonas verdes.

4.3.4. Subzona Tipo C4. Comprende toda la parte montañosa que rodea la ciudad y que no está incluida dentro del perímetro urbano de Ibagué. Es la subárea con mayores fenómenos de erosión e inestabilidad, activos y potenciales y con claras evidencias geomorfológicas de intensa degradación por erosión, deslizamientos y flujos de escombros.

La acción antrópica como tala de bosque natural, carretables sin obras de arte ni adecuado mantenimiento, cultivos limpios y explotaciones de canteras, son los factores más influyentes en la formación de cárcavas, surcos y deslizamientos. Por lo anterior debe ser mantenida como área rural y de reserva forestal.