

MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE. AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE.



Instituto de Geofísica y Astronomía – IGA

Departamento de Geología ambiental, Geofísica y Riesgos.

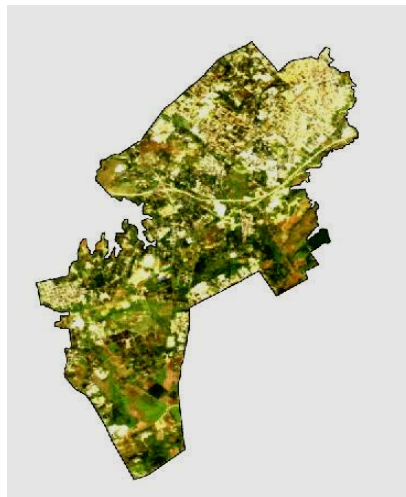


PROYECTO: ESTUDIO DE PELIGROS Y VULNERABILIDAD EN EL MUNICIPIO LA LISA

RESULTADO PARCIAL: ACTUALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL DEL MUNICIPIO LA LISA.

ATLAS GEOAMBIENTAL

Autores: Mario Campos Dueñas, Betty Gutiérrez Pérez, Efrén Jaimez Salgado, María Gertrudis Valdés, Yolanda Sainz, Rosa M. Leal, María Cristina Arbolay, Manuel Núñez Laffite, Ingrid Guerra Oliva.



La Habana, Julio de 2009

ÍNDICE

I. INTRODUCCION	3
II. MATERIALES Y MÉTODOS	3
III. ESTRUCTURA Y CONTENIDO DEL ATLAS	4
Sección 1. Mapas de Referencia.....	6
Sección 2. Geología	10
Sección 3. Geomorfología	17
Sección 4. Suelos	25
Sección 5. Aguas terrestres	31
Sección 6. Clima.....	38
Sección 7. Vegetación.....	45
Sección 8. Aspectos socio-económicos	47
Sección 9. Mapas geoambientales de síntesis	55
IV. CONCLUSIONES	61
V. RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	61

I .INTRODUCCIÓN

El Atlas Geoambiental del municipio La Lisa ha sido elaborado por un grupo multidisciplinario de especialistas del Departamento de Geología ambiental, Geofísica y Riesgos del Instituto de Geofísica y Astronomía pertenecientes al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente.

El Atlas es parte del Resultado Actualización del diagnóstico geoambiental del municipio La Lisa y en el mismo se presenta un Atlas geoambiental en formato digital, soportado en un Sistema de Información Geográfica (SIG), que constituye una obra cartográfica compleja de carácter científico y de gran valor educativo, en el cual se realiza una sistematización de múltiples informaciones de carácter geoambiental, relacionada con los componentes del medio físico (Geología, Relieve, Suelos. Hidrografía e Hidrología y Vegetación) y algunos componentes socioeconómicos que de alguna forma u otra tienen incidencia en la modificación o alteración del medio ambiente natural.

El Atlas será de utilidad como un instrumento básico, para la gestión ambiental del territorio y servirá de apoyo a la toma de decisiones por parte del Gobierno municipal y las autoridades del CITMA, en cuestiones relacionadas con el ordenamiento ambiental, la gestión de desastres naturales y en fin para el manejo sostenible del medioambiente en el municipio.

La cartografía geoambiental constituye una de las herramientas básicas para la elaboración de planes de ordenamiento ambiental y de la planificación física del territorio, ya que a partir de los mapas elaborados se puede dar una evaluación precisa sobre las peculiaridades del medio físico-geológico y evaluar las funciones de este, como fuente de recursos, como soporte de las actividades humanas y como receptor de los residuos, obteniéndose de esta forma una visión integral de la acción transformadora del hombre sobre la naturaleza y como la misma puede conducirse en aras de un desarrollo sostenible.

De esta forma la integración temática de los materiales tratados junto a la generalización de las investigaciones precedentes permite incorporar la dimensión ambiental en el análisis de las condiciones del medio físico del territorio estudiado y enriquecer el conocimiento del medio ambiente en Cuba.

II. Materiales y métodos

Para la obtención del Atlas fueron consultadas las informaciones existentes en la literatura disponible, que incluyen informes, mapas e imágenes satelitales, siendo realizadas además dos expediciones de campo, que aunque resultaron insuficientes para el logro de todos los

objetivos del Proyecto, permitieron caracterizar y representar, sobre una base cartográfica adecuada, los componentes medioambientales de interés para actualizar el diagnóstico geoambiental del municipio, posibilitando al mismo tiempo investigar las causas y el alcance de los principales problemas ambientales, que impactan al medio físico en el territorio estudiado y que pueden potencialmente afectar el bienestar y la calidad de vida de sus habitantes

Para la determinación de la estructura temática de la obra se definieron los componentes del medio físico y del medio socio-económicos que serían incluidos en el estudio a partir del análisis de la bibliografía consultada y que formarían parte del contenido de los mapas temáticos siempre que a partir de los mismos se derive un análisis ambiental.

Las escalas de los mapas para la mayoría de ellos fue 1: 100 000, con la excepción de los mapas del componente suelo, que gracias a trabajos anteriores, contiene informaciones a escala 1: 25 000. La proyección cartográfica definida para las salidas de los mapas temáticos fue la Proyección Cónica Conforme de Lambert: Cuba Norte. Para la confección de todos los mapas en soporte digital y sus bases de datos, se utilizaron varios programas informáticos o software, tales como , Excel 2003, Mapinfo Profesional versión 9 y ENVI versión 4.

Los mapas se presentan además en estructura de páginas WEB de forma que al mover el cursor por encima del mapa se obtenga la información correspondiente en cada polígono, si se da Clic encima de cualquier polígono, se obtendrá la información correspondiente a la base de datos asignada para la capa que se esté analizando.

III. Estructura y contenido del Atlas

El Atlas está integrado por las siguientes partes y secciones:

Parte I. Información general

Sección 1. Mapas de referencia. Se brinda información sobre la ubicación geográfica del municipio, su extensión territorial y los consejos populares en que se subdivide el territorio.

Parte II. Medio natural

Sección 2. Componente geológico. La conforman un conjunto de mapas que sirven de herramientas para el análisis ambiental del territorio y está integrado por los mapas: geológico, litológico e Ingeniero geológico.

Sección 3. Componente geomorfológico. Está integrada por el mapa geomorfológico referido a los tipos de relieve, el modelo digital de elevación del terreno, el mapa de inclinación de las pendientes y de los tipos y subtipos, de carso.

Sección 4. Componente suelos. Está integrada por los mapas de: agrupamiento de los suelos, erosión actual y erosión potencial.

Sección 5. Componente agua. Está integrada por los mapas, de la red de drenaje, el de las cuencas hidrográficas y el de los tipos de acuíferos.

Sección 6. Componente atmósfera. Contiene mapas regionales sobre la temperatura media anual, precipitación media anual y sobre los ciclones tropicales que han atravesado o afectado al municipio.

Sección 7. Componente vegetación. Contiene el mapa de las formaciones vegetales reconocidas en el municipio, brindando una panorámica sobre el estado actual de este componente medioambiental.

Parte III. Medio socio-económico

Sección 9. Aspectos generales del medio socio-económico. Contiene información cartográfica sobre algunos aspectos socioeconómicos del municipio, relacionada con la población, los principales objetivos socio-económicos, los centros educacionales y los focos contaminantes. Desafortunadamente no se pudieron obtener informaciones sobre el uso del suelo, el plan director del municipio, el estado de las viviendas, la actividad agropecuaria y otras actividades socioeconómicas que sólo se reseñan en el Informe sobre la actualización del Diagnóstico geoambiental del municipio. Se espera, que estos vacíos en la información para el Diagnóstico geoambiental, puedan completarse en el futuro con el apoyo del Gobierno municipal.

Parte IV. Síntesis geoambiental

Sección 9. Mapas geoambientales de síntesis. Contiene un conjunto de mapas de generalización para el análisis geoambiental del territorio, que son de utilidad para el diseño del plan de gestión ambiental municipal.

De acuerdo a lo anterior en esta sección se incluyen los mapas de las unidades geólogo-ambientales del territorio, los cuales son útiles como instrumentos para el ordenamiento ambiental y la planificación física territorial. Se incluyen además los mapas de los principales escenarios de peligros naturales, de los procesos degradantes en los suelos, de la vulnerabilidad a la desertificación y de la vulnerabilidad de los acuíferos.

PARTE I. INFORMACIÓN GENERAL

SECCIÓN 1. MAPAS DE REFERENCIA



MUNICIPIO LA LISA

SUPERFICIE: 36.6 Km²

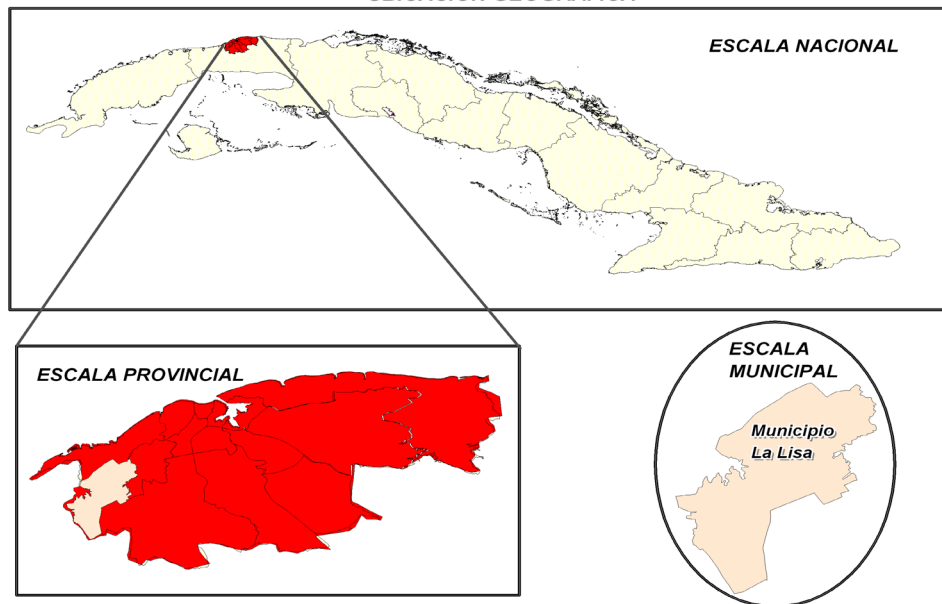
POBLACIÓN: 130812Hab. (2008)

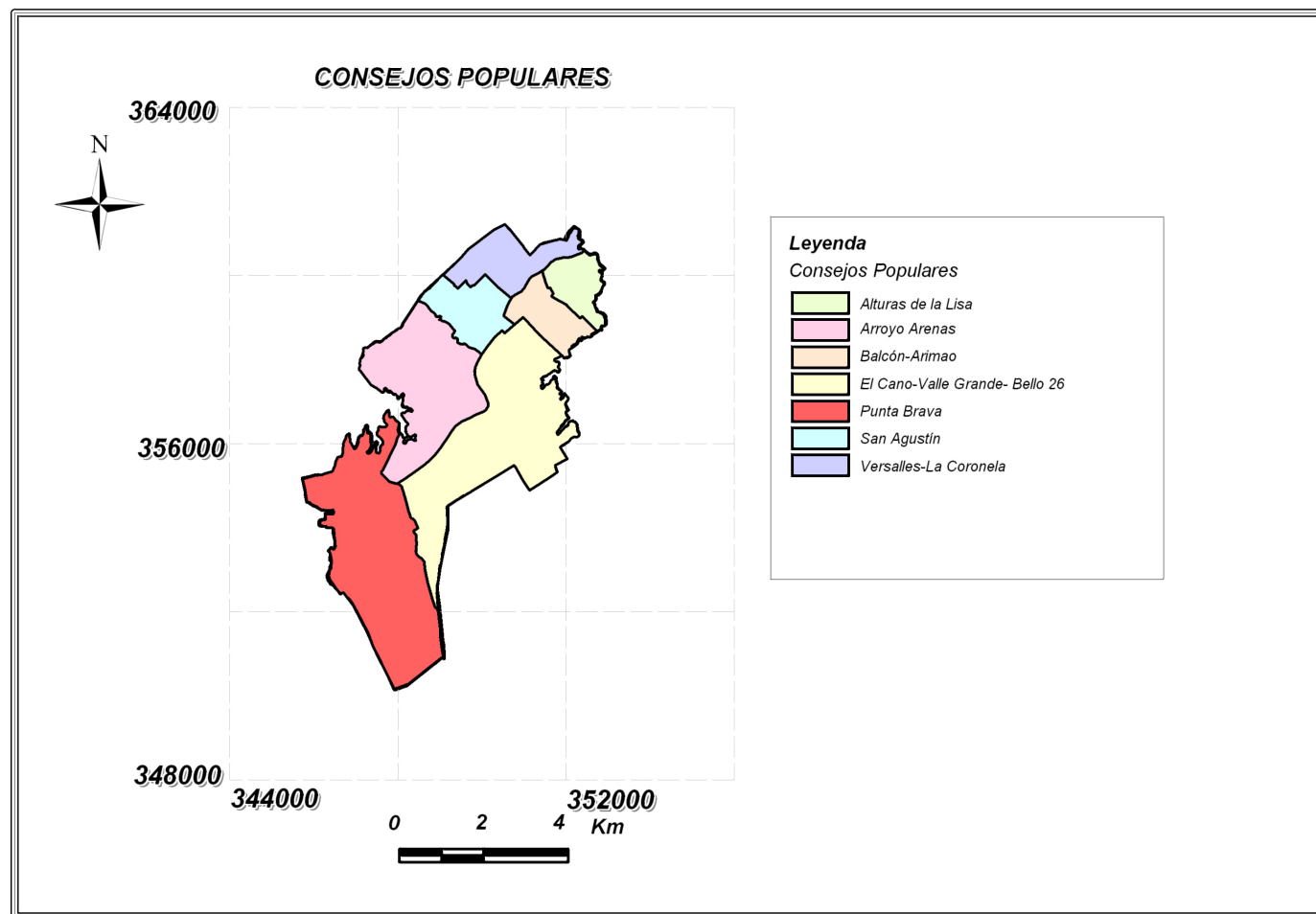
DENSIDAD POBLACIONAL: 3574.09 Hab. / Km²

Ubicación geográfica del municipio La Lisa. El municipio La Lisa, perteneciente a la provincia Ciudad de La Habana, se ubica en la periferia Oeste de la capital. Limita al Norte con el municipio Playa, al Este con el municipio Marianao, al Sur Suroeste con el municipio Boyeros y hacia el Oeste con el municipio Bauta, de la vecina provincia de La Habana fig.1.1. Posee una extensión territorial de 36.6 km² y una población de 130.812 (Fuente ONE, 2008) habitantes. Surge como tal en 1976 debido a la nueva división político-administrativa que adopta el país, y se origina por fusión de las hasta entonces divisiones territoriales seccionales de La Lisa, Arroyo Arenas, El Cano y Punta Brava.

El municipio está dividido en 7 Consejos Populares. En todos los casos la población por Consejo está concentrada en determinados asentamientos urbanos o puede estar dispersa en áreas sub urbanas y rurales. Administrativamente el municipio se encuentra estructurado en siete Consejos Populares.

UBICACION GEOGRAFICA





PARTE II. MEDIO NATURAL



Formaciones geológicas y litologías predominantes. Desde el punto de vista geológico, en el municipio La Lisa, aflora una cobertura de rocas sedimentarias cenozoicas, que están representadas principalmente por rocas carbonatadas, carbonato-terrágenas y terrígenas, en las que se manifiestan diferentes tipos de procesos geodinámicos, que juegan un determinado rol en la situación ambiental del municipio.

Las rocas carbonatadas, que se conocen en la literatura geológica tradicional como pertenecientes a la **Formación Güines**, afloran principalmente en la porción septentrional del municipio y en ellas se manifiestan los fenómenos cársicos. Estas rocas conjuntamente con partes de otras formaciones con predominio de intercalaciones de rocas carbonatadas se incluyen en la unidad geólogo-ambiental que representa el ambiente cársico.

Entre las formaciones geológicas predominantemente carbonato-terrágenas en la zona norte del municipio se encuentra la **Formación Cojímar**, representada por margas y calizas arcillosas, la cual presenta un desarrollo local de los procesos cársicos. Otras formaciones geológicas de características litológicas similares a las de la Formación Cojímar, afloran en pequeñas áreas de las porciones suroriental y sur central del municipio e incluyen a las formaciones Colón, Guanajay, Jabaco, Punta Brava, Universidad y Consuelo, todas las cuales, como unidad geólogo-ambiental, conforman el ambiente geológico mixto

En la zona central del municipio predominan las rocas terrígenas de la **Formación Capdevila**, la cual está constituida principalmente por rocas terrígenas, representadas por areniscas y conglomerados vulcanomícticos y rocas arcillosas, las cuales junto a los depósitos cuaternarios de origen fluvial constituidos por gravas, arenas y arcillas, conforman la unidad geólogo-ambiental relacionada con el ambiente geológico no cársico.

Gran parte de los complejos rocosos del municipio están cortados por rupturas tectónicas jóvenes de dirección Noreste y Este- Oeste, que se superponen a un sistema de fracturas más antiguos de dirección Noroeste. Con relación a esto se requiere que en el futuro se realicen los estudios neotectónicos necesarios, sobre todo para el emplazamiento de obras civiles ó industriales, que permitan determinar las fracturas activas, a las cuales pueden asociarse discretas manifestaciones de la actividad sísmica en el municipio.

Entre los principales tipos de rocas se encuentran:

Calizas organógenas. Son rocas de color blanco-crema en superficie fresca, de textura masiva, con estratificación gruesa o mal definida; presentando en ocasiones patinas de color rojizo compuesta por óxidos de hierro, que se generan durante el intemperismo. Presentan numerosos fragmentos de organismos marinos fosilizados, que incluyen restos de moluscos, gasterópodos y corales y una amplia variedad de

microfauna. Estas rocas poseen un elevado contenido de Carbonato de Calcio y bajo determinadas condiciones geomorfológicas y del grado de agrietamiento son susceptibles de sufrir los procesos de disolución cársica, por la circulación de las aguas meteóricas en el interior de los macizos rocosos, dando como resultado la formación de diferentes formas cársicas.

Calizas arcillosas y margas. Las calizas arcillosas son rocas de color crema cuando no están meteorizadas. En el caso de las margas, los minerales arcillosos son predominantes y la roca es más deleznable. En ambos casos los procesos de disolución cársica se producen localmente.

Secuencias arcillo-arenosas y areno-arcillosas. Este grupo es representativo de las secuencias terrígenas, por su granulometría se clasifican como arcillas o como arenas. Por lo general estas secuencias se caracterizan por un elevado grado de plasticidad y son por lo general fácilmente erosionables.

Características Ingeniero-geológicas. En las investigaciones geólogo ambientales las características ingeniero-geológicas y de los fenómenos físico-geológicos que afectan al sustrato rocoso son de gran importancia al analizar la influencia de éstas en las condiciones ambientales y las limitaciones que ellas imponen en el uso del territorio, sobre todo con fines constructivos. Las rocas que conforman el sustrato geológico del municipio, desde el punto de vista ingeniero geológico, se agrupan en tres complejos principales: el complejo carbonatado, el carbonato-terrígeno y el terrígeno. Éstos se distinguen por determinados fenómenos físico-geológicos y propiedades geotécnicas, que imponen determinadas restricciones en el uso del suelo con fines constructivos.

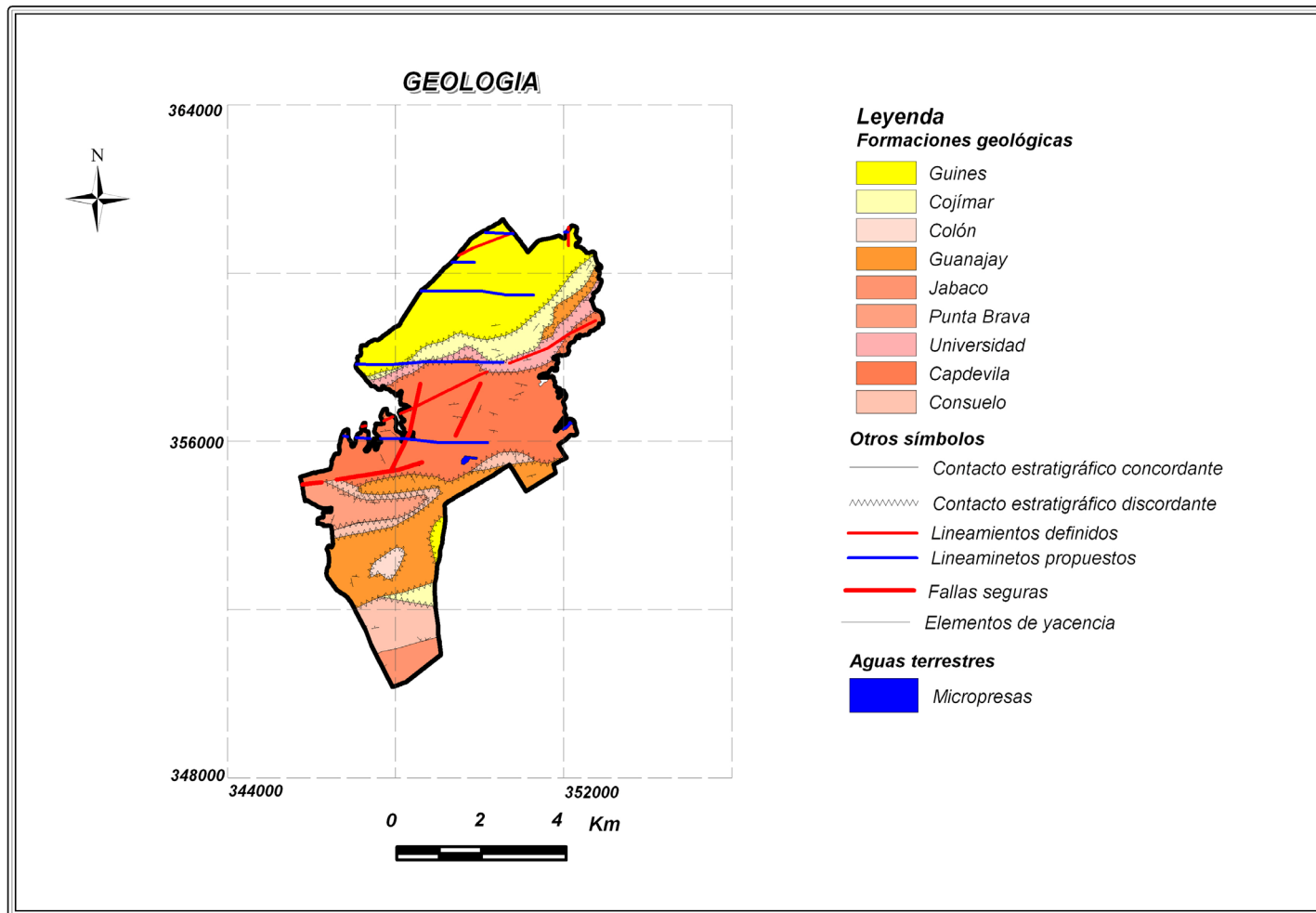
De acuerdo a las investigaciones realizadas por Iturralde-Vinent, M. A., en el municipio se distinguen las siguientes complejos ingeniero geológicos:

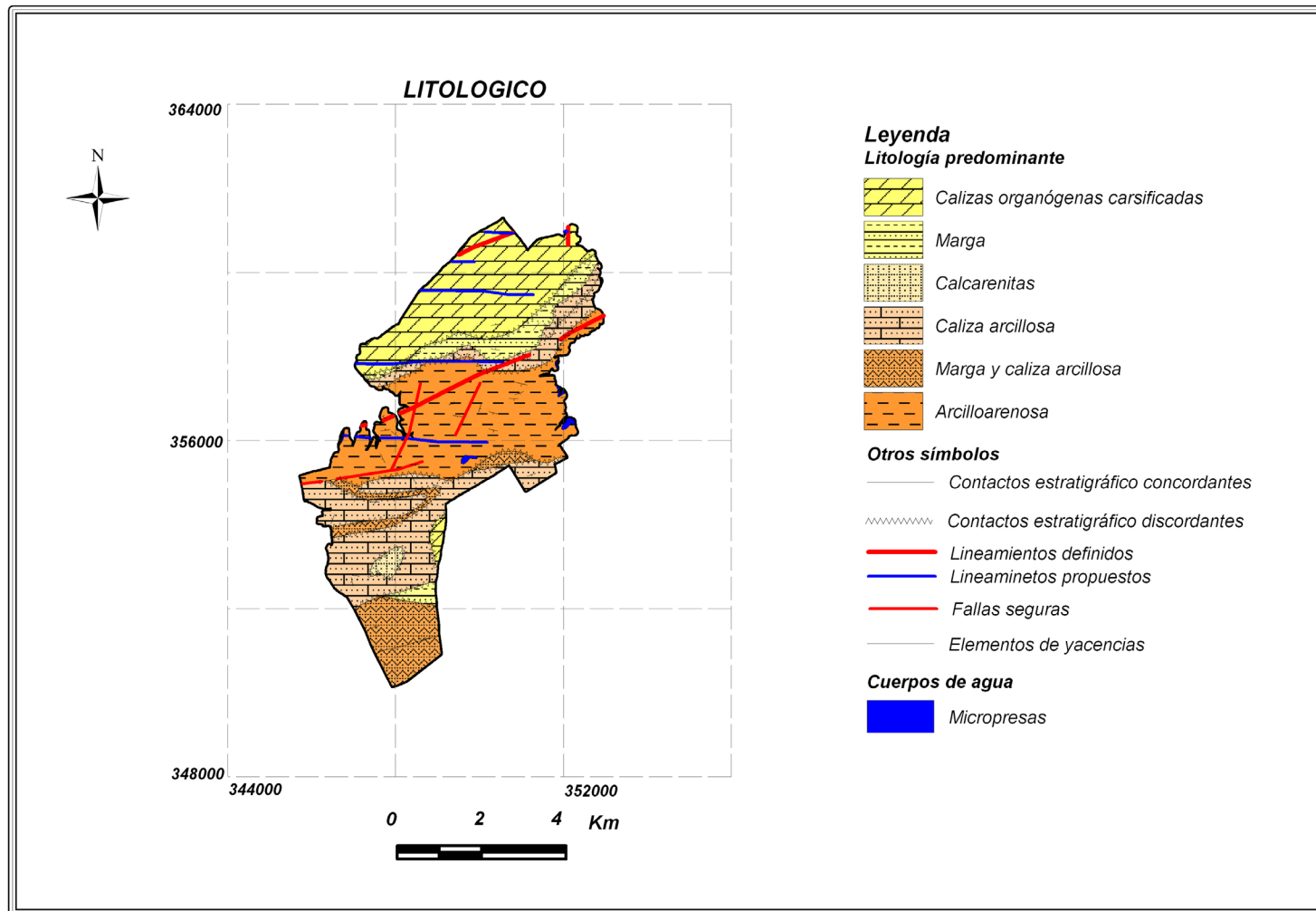
Complejo carbonatado: El complejo carbonatado se extiende principalmente en la parte norte del municipio, estando cubierto por depósitos eluviales y deluviales de gran potencia. Este complejo está integrado por rocas muy heterogéneas en cuanto a sus características texturales, siendo comunes las de grano medio a grueso, detríticas o cristalina. La composición de las rocas varía, desde calizas puras hasta calizas algo arcillosas o arenosas, presentando en ocasiones procesos de dolomitización secundaria. La porosidad de estas rocas, unida al intenso agrietamiento que presentan, ha condicionado un desarrollo considerable del carso, tanto a favor de los poros como de las grietas, lo que da lugar a un complicado patrón de cavernosidad. Este proceso, además de empeorar las propiedades ingeniero-constructivas de los macizos, reduce las cualidades de resistencia de las rocas en sí, siendo un peligro para las construcciones de gran envergadura.

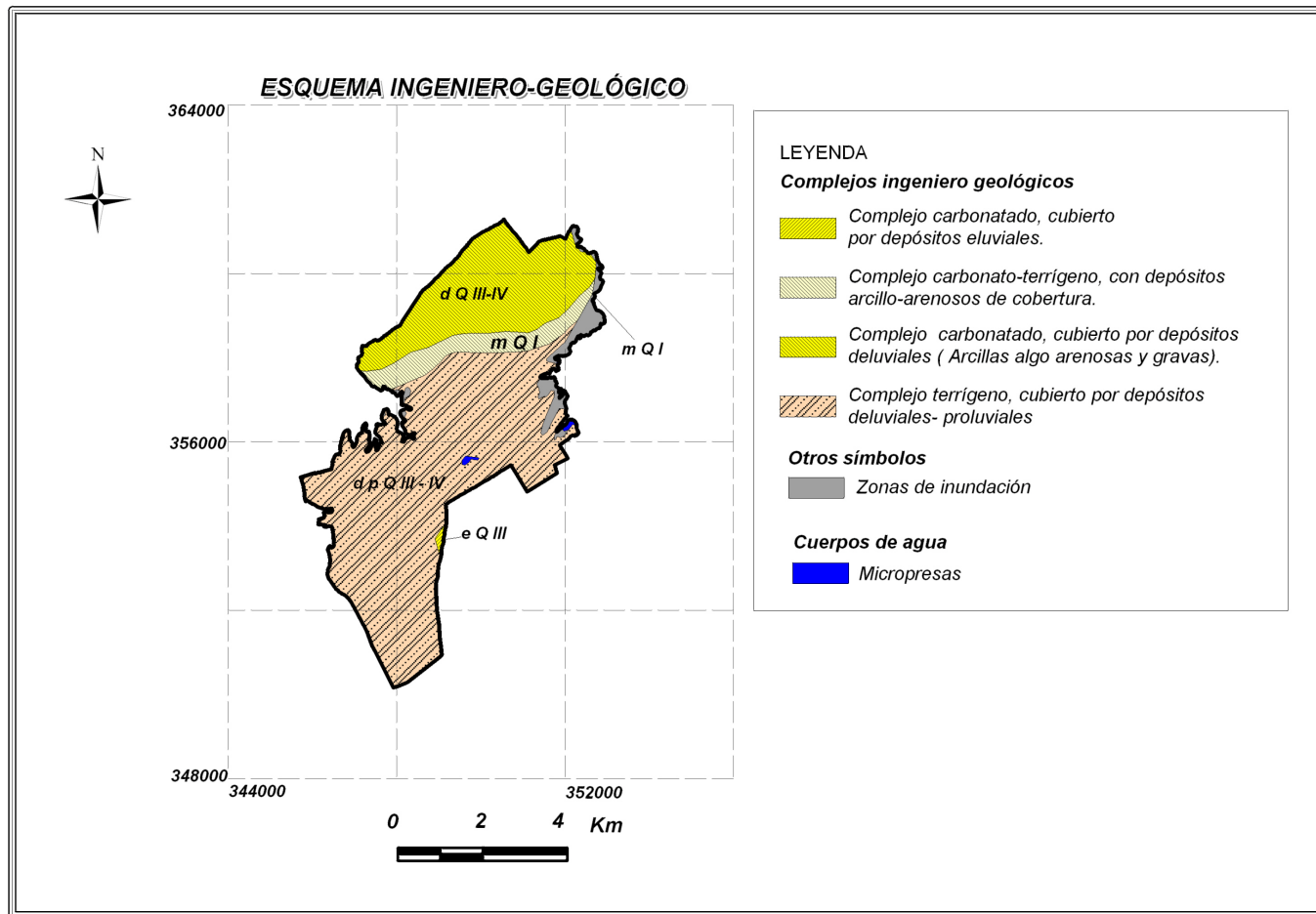
Por estas características de macroporosidad son macizos muy vulnerables al avance de la contaminación por hidrocarburos y otras sustancias fluidas, llegando a ser excelentes conductores y propagadores de éstos a considerable distancia en corto tiempo.

Complejo carbonato-terrágeno: El complejo carbonatado-terrágeno, ocupa la porción norte y central del municipio y en gran parte del área está cubierto por depósitos eluviales cuaternarios. En su composición litológica están presentes margas, calizas arcillosas, areniscas calcáreas, conglomerados y calizas puras. Cuando predominan las margas y las arcillas, las secuencias son masivas o algo estratificadas y prácticamente carecen de fenómenos cársicos. De acuerdo a Iturralde, si se intercalan margas, calizas y arcillas se aprecia una buena estratificación de las secuencias y una carsificación muy localizada. La frecuente intercalación de arcillas en los cortes, así como su buena estratificación, hace posible la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes en los taludes artificiales. El intemperismo y la erosión se favorecen con el intenso agrietamiento que presentan las rocas y los procesos cársicos, como ya se indicó, se desarrollan localmente, con excepción de las zonas llanas, donde hay un notable desarrollo.

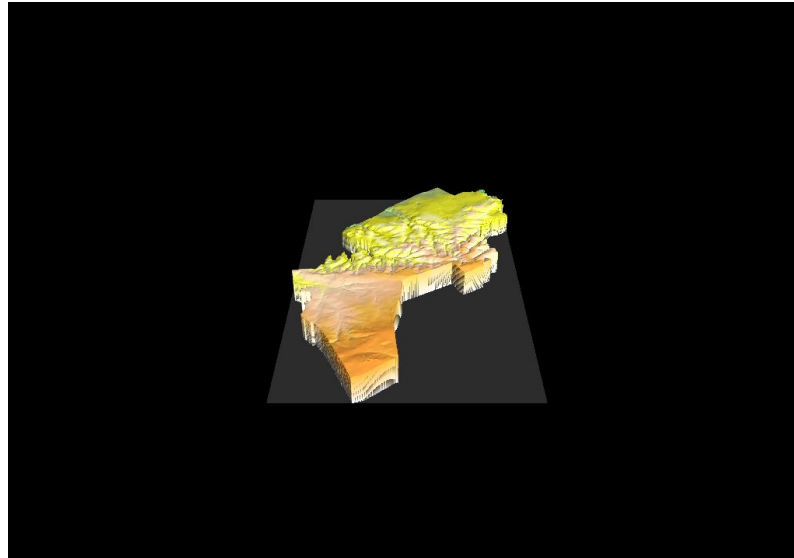
Complejo terrígeno. Las rocas terrígenas, por lo general, están cubiertas por sedimentos areno-arcillosos recientes, que alcanzan espesores de hasta 1.00 m, que son el resultado de los procesos de intemperismo de las rocas primarias. Por esta razón el terreno posee una permeabilidad reducida, desarrollándose una red de drenaje dendrítica, que facilita el escurrimiento superficial, aunque en las zonas bajas pueden generarse áreas de inundación. Esta situación fue aprovechada para la construcción de algunos embalses como: la Presa Niña Bonita, el Embalse El Atrevido, La Teresita y El Doctor; estando los dos primeros altamente contaminados







SECCIÓN 3.COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO



- Tipos de relieve
- Pendiente del terreno
- Tipos y subtipos de carso

El relieve constituye una herramienta útil para el análisis ambiental de un territorio, pues el mismo es el resultado de la acción de diferentes agentes geológicos de carácter endógeno y exógeno, siendo uno de los componentes del medio ambiente físico donde se ponen de manifiesto las acciones transformadoras del medio natural por el hombre. El análisis del relieve contribuye a la toma de decisiones, ante diferentes acciones como son, la ubicación de los asentamientos poblacionales, el desarrollo de las actividades agrícolas y forestales, de obras ingenieras ya sean civiles ó industriales, así como en la construcción y diseños de carreteras, obras hidráulicas, instalación de puntos de observación, antenas de telecomunicación y creación de rutas de acceso a campo traviesas en expediciones docentes o turísticas. Por otra parte el conocimiento del relieve, junto a otros aspectos ambientales, tiene una gran aplicación en la determinación de los escenarios de peligros relacionados con la ocurrencia fenómenos físico geológicos como los deslizamientos de suelo y los desprendimientos de rocas, sobretodo, en las aéreas con fuertes pendientes, así como para la determinación de las zonas probables de ocurrencia de inundaciones.

En esta sección se presentan mapas que por su contenido facilitan el análisis ambiental, contribuyendo a la gestión ambiental del territorio, tales como, el mapa geomorfológico referido a los tipos de relieve, el Modelo Digital de elevación del terreno, el de la inclinación de las pendientes, el de los tipos y subtipos de carso.

Tipos de relieve. Desde el punto de vista geomorfológico el municipio La Lisa se caracteriza por un relieve llano a suavemente ondulado. En los límites del territorio se distinguen, una zona septentrional relativamente llana y una zona centro-meridional con un relieve llano-colinoso, las cuales se corresponden respectivamente con parte de las regiones geomorfológicas que caracterizan a la porción septentrional de las provincias habaneras: *La Llanura costera septentrional* y *las Elevaciones septentrionales*.

La Llanura costera septentrional cubre sólo parte de la zona norte del municipio y está caracterizada por un relieve de llanuras marinas carsificadas bajas. En este tipo de relieve predominan los procesos cársicos denudativos, existiendo manifestaciones aisladas de algunos fenómenos cársicos. La llanura presenta cotas relativamente bajas, con valores que oscilan entre, los 16 y 43 metros. La monotonía de la llanura se rompe hacia el Este, donde se localiza, el valle parcialmente encajado del río Quibú y hacia el oeste por el valle del río Jaimanitas.

En la zona correspondiente a las *Elevaciones septentrionales*, el relieve es suavemente ondulado y colinoso en ocasiones, con cotas que oscilan entre 40 y 90 metros presentando un mayor grado de diferenciación, con relación a la llanura costera septentrional, destacándose los siguientes tipos de relieve: Llanura fluvial ondulada erosivo denutativa, llanuras abrasivas y abrasivo-denudativas, llanura abrasiva y abrasivo-denudativa colinosa alta y los planos de inundación fluvial.

Actualmente en base a los estudios geomorfológicos y la información aportada por los estudios de los suelos, se ha determinado que en el municipio, aproximadamente el 23 % de su superficie está afectado por procesos cársicos. El área cársica está restringida a la mitad septentrional y a una pequeña zona del sector centro –oriental del municipio, donde predomina el tipo de carso de llanuras. En estas áreas han sido identificados los siguientes subtipos de carso: carso cubierto por una delgada capa de suelo, carso estabilizado con desarrollo de fenómenos locales y carso estabilizado.

Pendientes del terreno. El estudio de las pendientes es de gran importancia para las investigaciones estructurales, las explotaciones agrícolas y las investigaciones ingeniero geológicas. Los procesos que ocurren sobre las pendientes provocan transporte y acumulación de los productos del intemperismo, y pueden dar origen a nuevas formas del relieve. Entre los principales procesos de pendientes tenemos los deslizamientos de suelo, derrumbes o desprendimientos de rocas, lavado de las rocas y el suelo expuestos a las corrientes fluviales y de escorrentía. Estos procesos están condicionados por tres factores fundamentales: grado de intemperismo, efecto gravitacional y la participación del agua como agente del lavado y transporte de los sedimentos.

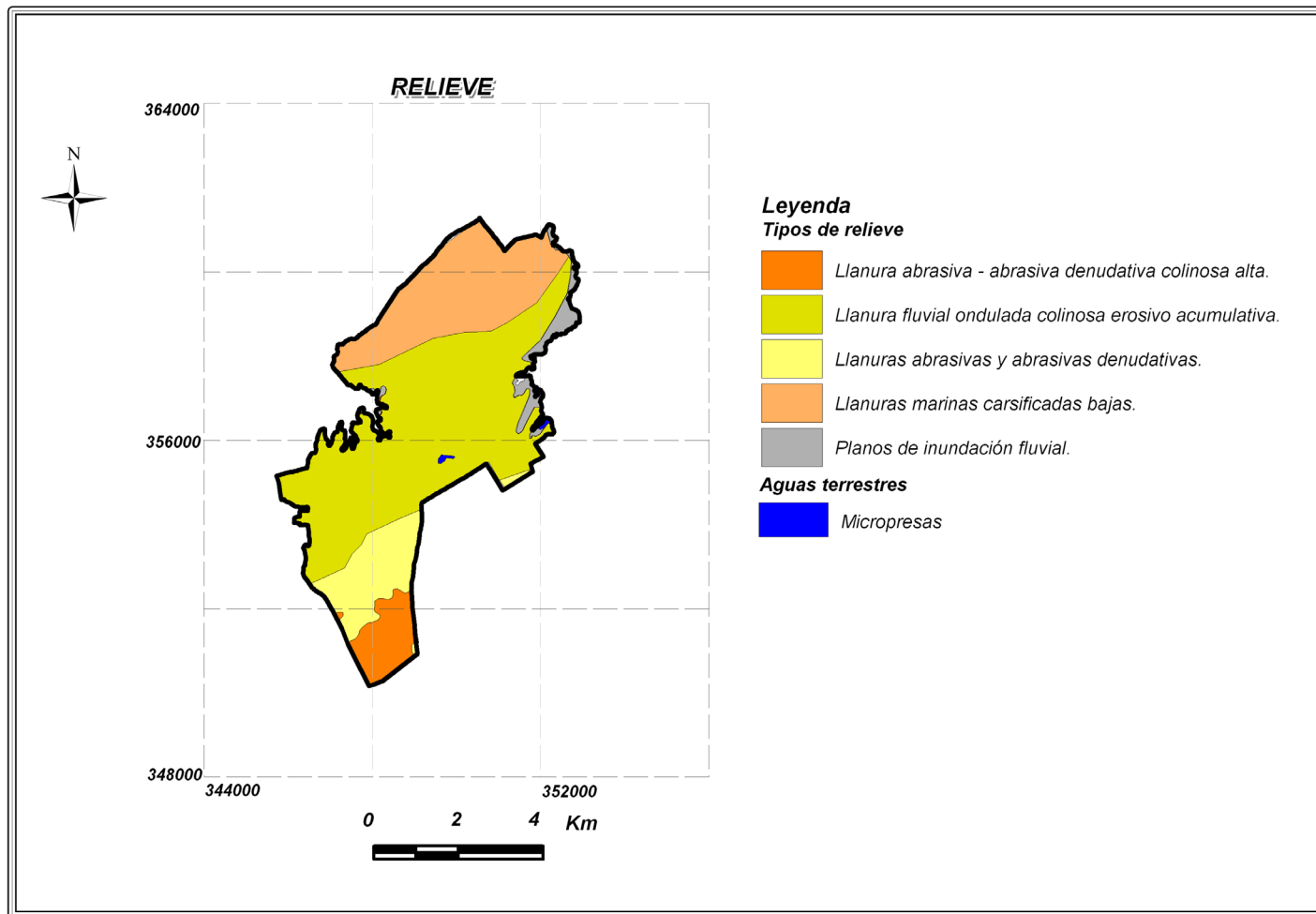
Los procesos de pendientes pueden generar amenazas naturales, que pueden causar daños a bienes o comunidades, entre los que se destacan, los aludes de tierras y rocas, la erosión de los suelos y la creación de barrancos en las laderas de las elevaciones, generando una fuerte erosión y el desarrollo de torrentes fluviales.

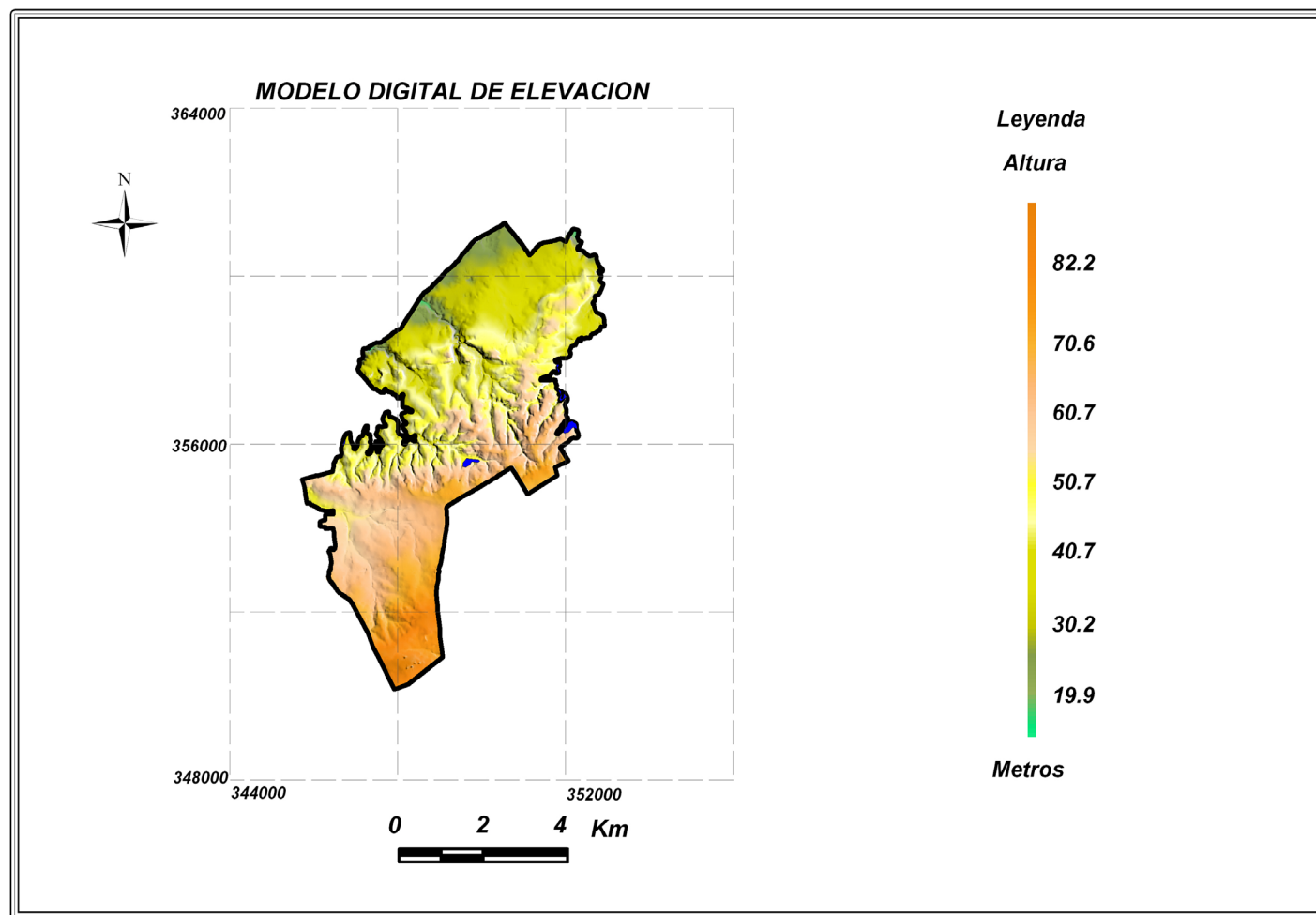
Las pendientes en el área que abarca el municipio, oscilan entre 0 y 5 grados, siendo localmente superiores, en las laderas del valle del río Quibú y en taludes artificiales generados en esta área, en la zona del Palenque, durante la explotación de canteras de áridos para la construcción, siendo necesario la realización de trabajos de conformación de los taludes, que eviten posibles desprendimientos de rocas. En la mayor parte del municipio se desarrollan pendientes suaves y de llanuras onduladas con valores comprendidos entre 1 – 3 grados sobre cotas entre 30 y 90 metros.

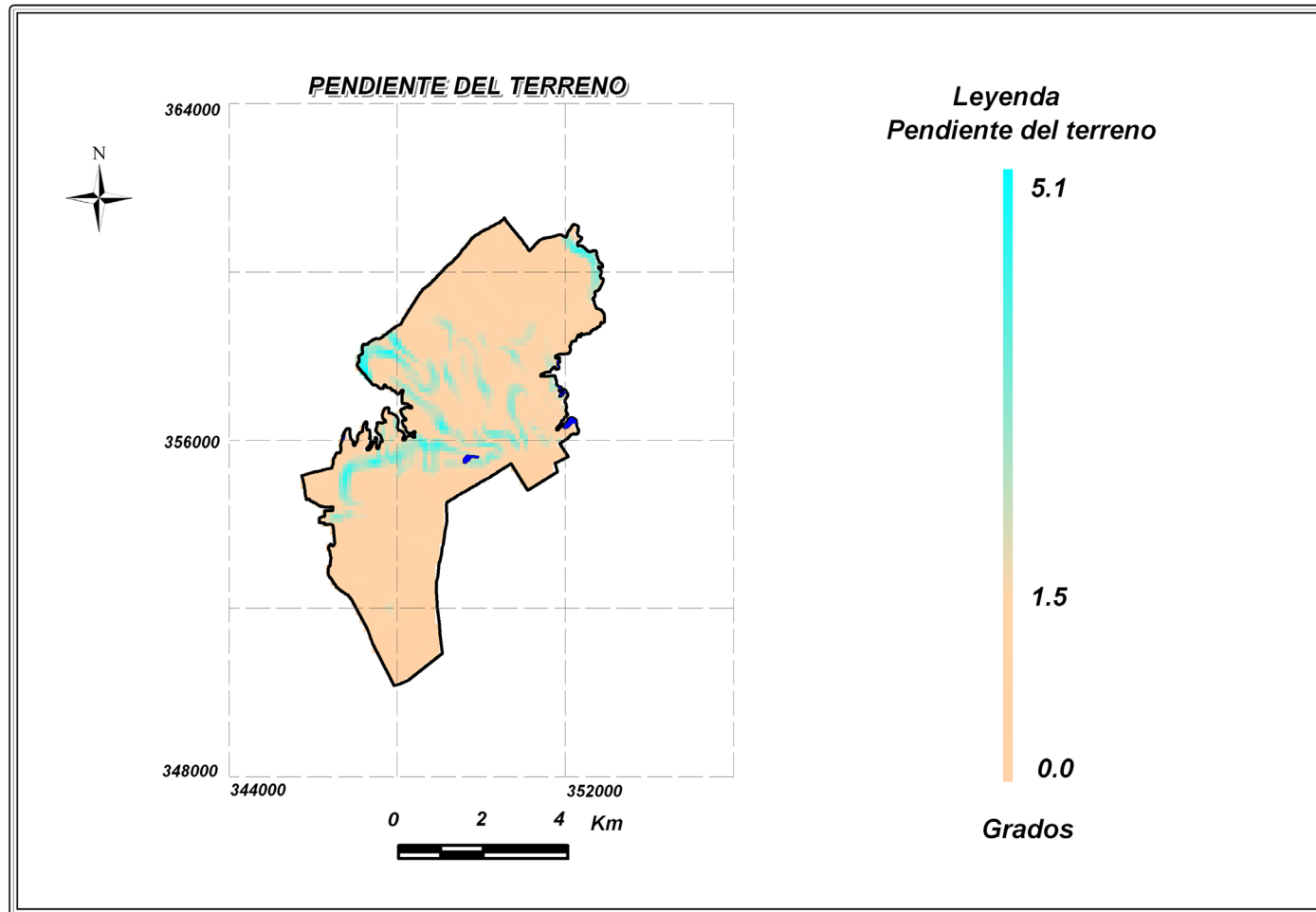
Subtipos de carso. Se denomina carso al conjunto de fenómenos y procesos que ocurren por la acción del agua en las regiones de rocas solubles como: calizas, dolomías, sal, yeso. etc. Los procesos geológicos que le dan origen son los corrosivos y disolución destructiva que actúan sobre las rocas de composición carbonatadas, sulfatadas y sales, los cuales originan en estas rocas diversas formas peculiares del relieve como cavernas, dolinas, sumideros, lapies, etc. Las zonas cársicas constituyen áreas donde se desarrollan suelos aptos para la agricultura siendo de muy buena productividad, estas áreas cársicas también constituyen importantes reservorios de aguas subterráneas, además como resultado del proceso de disolución cársica pueden acumularse importantes reservas de arcillas que pueden tener un uso industrial. Por otra parte la presencia

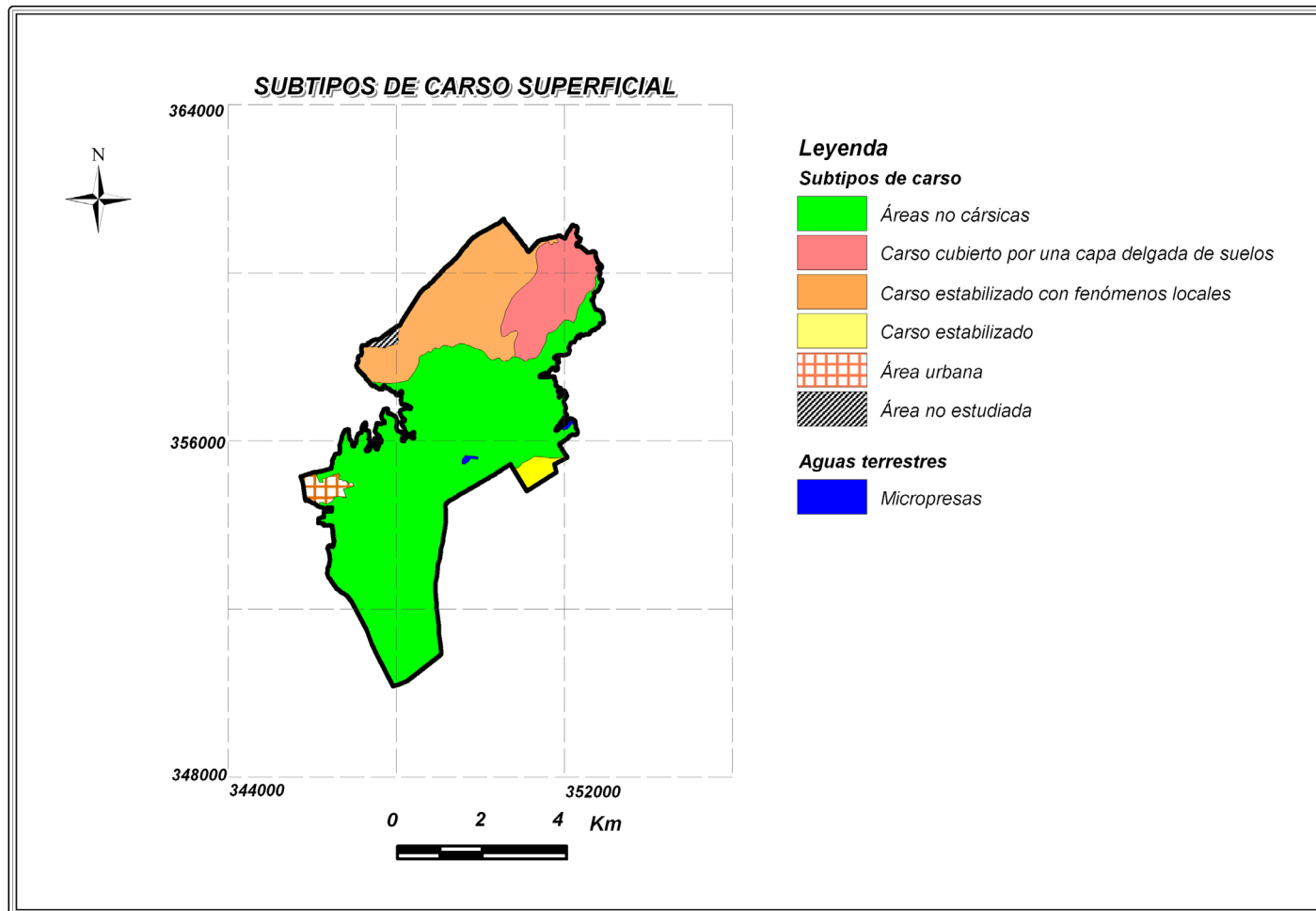
del carso causa siempre dudas en cuanto a la estabilidad del terreno de las obras que se proyectan y se construyen, provocando complicaciones en la proyección y construcción de obras hidrotécnicas, en especial si este carso está aflorando o cubierto por una delgada capa de suelos. Los procesos corrosivos por disolución pueden causar la aparición de canales y grietas que hacen estas zonas muy vulnerables al paso de los contaminantes, de ahí que hay que prestar mucha atención al desarrollo de las áreas cársicas al ubicar vertederos sanitarios, fosas sépticas, instalaciones para la cría de cerdos o que viertan los desechos industriales sin ningún tratamiento, las cuales además de contaminar pueden acelerar el desarrollo de los procesos cársicos.

La distribución de las áreas cársicas comprende gran parte de la zona más densamente poblada y urbanizada del municipio. Esta situación debe tomarse en cuenta, durante la evaluación de los peligros vinculados al carso y la vulnerabilidad a que está expuesto, sobretodo el medio construido y la población residente ante el desarrollo peligros, relacionados con afectaciones a las edificaciones por hundimientos del terreno, el desarrollo de áreas de inundación durante la ocurrencia de fuertes lluvias y la contaminación de las aguas subterráneas, por el vertimiento de contaminantes, derivados de fuentes industriales y de fuentes domésticas, debido a la baja cobertura del sistema de alcantarillado y de tratamiento de los residuales, el gran número de fosas, a las cuales se le han realizado pozos de infiltración, la existencia de un gran número de vertederos no controlados y la ubicación de lagunas de oxidación , que no garantizan el tratamiento óptimo de las aguas residuales.









SECCIÓN 4. COMPONENTE SUELO



Introducción al tema. Los suelos juegan un papel fundamental para la conservación de la vida en la tierra, pues, sobre esta capa viven y se desarrollan todas las especies que habitan en el planeta. Es la principal vía de sustento para las plantas y los animales herbívoros y en especial para el hombre, de ahí su importancia en la preservación de este importante componente del medio físico.

Los suelos cambian mucho de un lugar a otro. La composición química y la estructura física del suelo en un lugar dado están determinadas por el tipo de material geológico del que se origina, por la cubierta vegetal, por la cantidad de tiempo en que ha actuado la meteorización, por la topografía y por los cambios artificiales resultantes de las actividades humanas.

Las variaciones del suelo en la naturaleza son graduales, excepto las derivadas de desastres naturales. Sin embargo, el cultivo de la tierra priva al suelo de su cubierta vegetal y de mucha de su protección contra la erosión del agua y del viento, por lo que estos cambios pueden ser más rápidos.

En esta sección se presentan los mapas relacionados con los suelos que por su contenido tienen una importancia ambiental tales como: ***Agrupamientos de suelos, Erosión potencial y Erosión actual.***

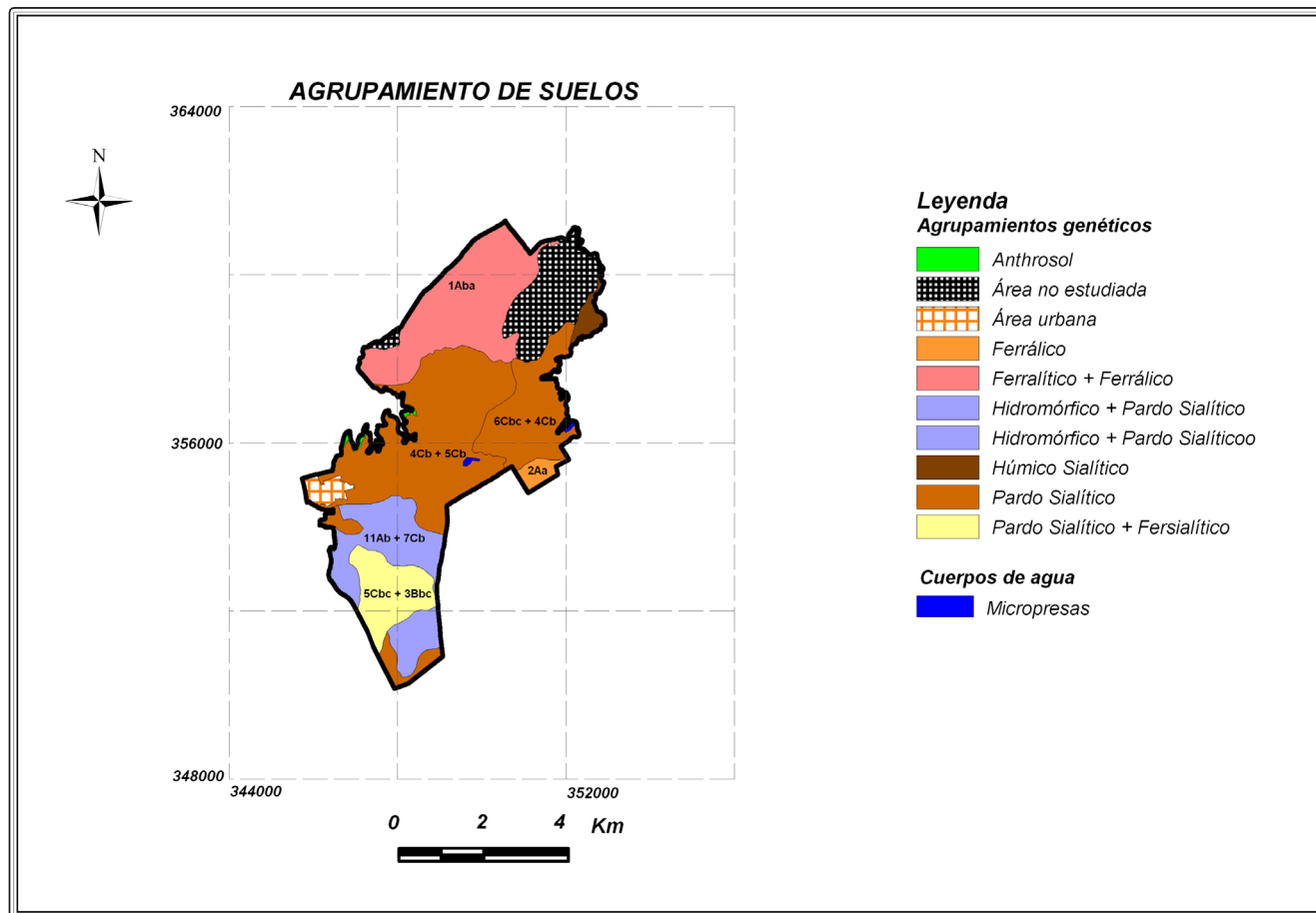
Agrupamientos de suelos Entre los agrupamientos de suelo presentes en el municipio, el agrupamiento Pardo Sialítico es el predominante y el mismo se desarrolla sobre gran parte del área central del municipio, sobre un sustrato compuesto por rocas carbonato-terrágenas y terrígenas, correspondiendo a las zonas de desarrollo de los ambientes mixto y no cársico. En segundo lugar, por la superficie que abarcan se encuentran los suelos del agrupamiento Ferralítico + Ferralico, que cubren la zona Norte del municipio y está desarrollado sobre rocas carbonatadas. Aproximadamente el 12% del territorio no fue estudiado por corresponder a las áreas de desarrollo urbano. En la base de datos del mapa de suelo, entre otras informaciones incluyen datos referentes a los tipos, género y especie de suelo; así como la denominación de los suelos según la clasificación de la FAO.

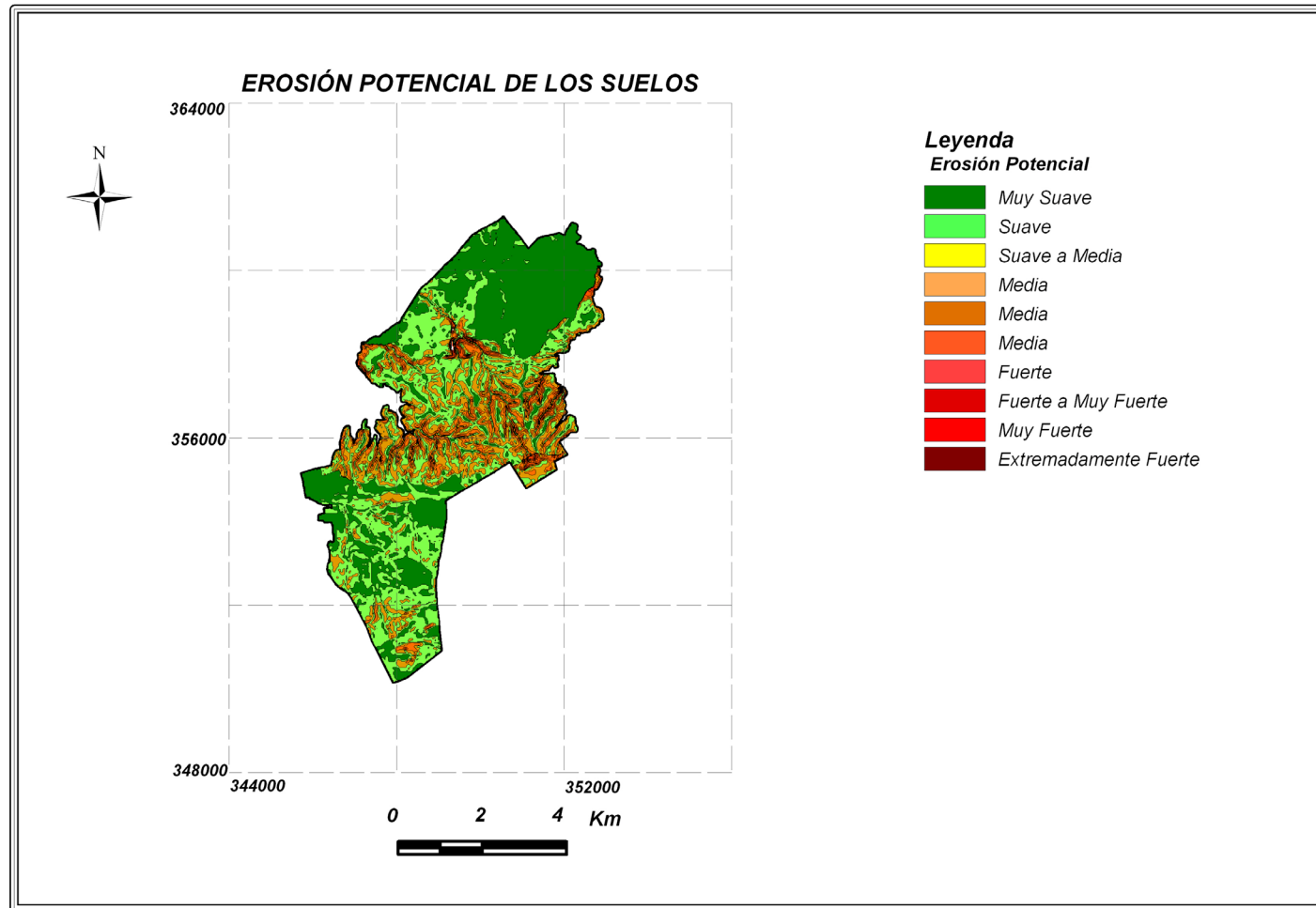
Erosión potencial. Como se aprecia en el mapa de erosión potencial, en gran parte del municipio ésta es suave y sólo en la porción septentrional fueron determinados valores significativos. La elaboración de este mapa fue compleja y se obtuvo mediante el análisis espacial de datos y el álgebra de mapas, con la aplicación del software Vertical Mapper 3.11 de MapInfo. Para ello se multiplicaron varios mapas previamente rasterizados (suelos, rocas, pendiente del terreno en % y lluvia media anual), de acuerdo con la Norma Cubana NC 36/99, aunque ésta sólo se refiere a 9 de los más de 30 tipos de suelos que existen en el país, siendo necesario realizar una "adecuación" de la NC 36/99 para otros suelos, presentes en el Municipio que no tienen aptitudes agroproductivas.

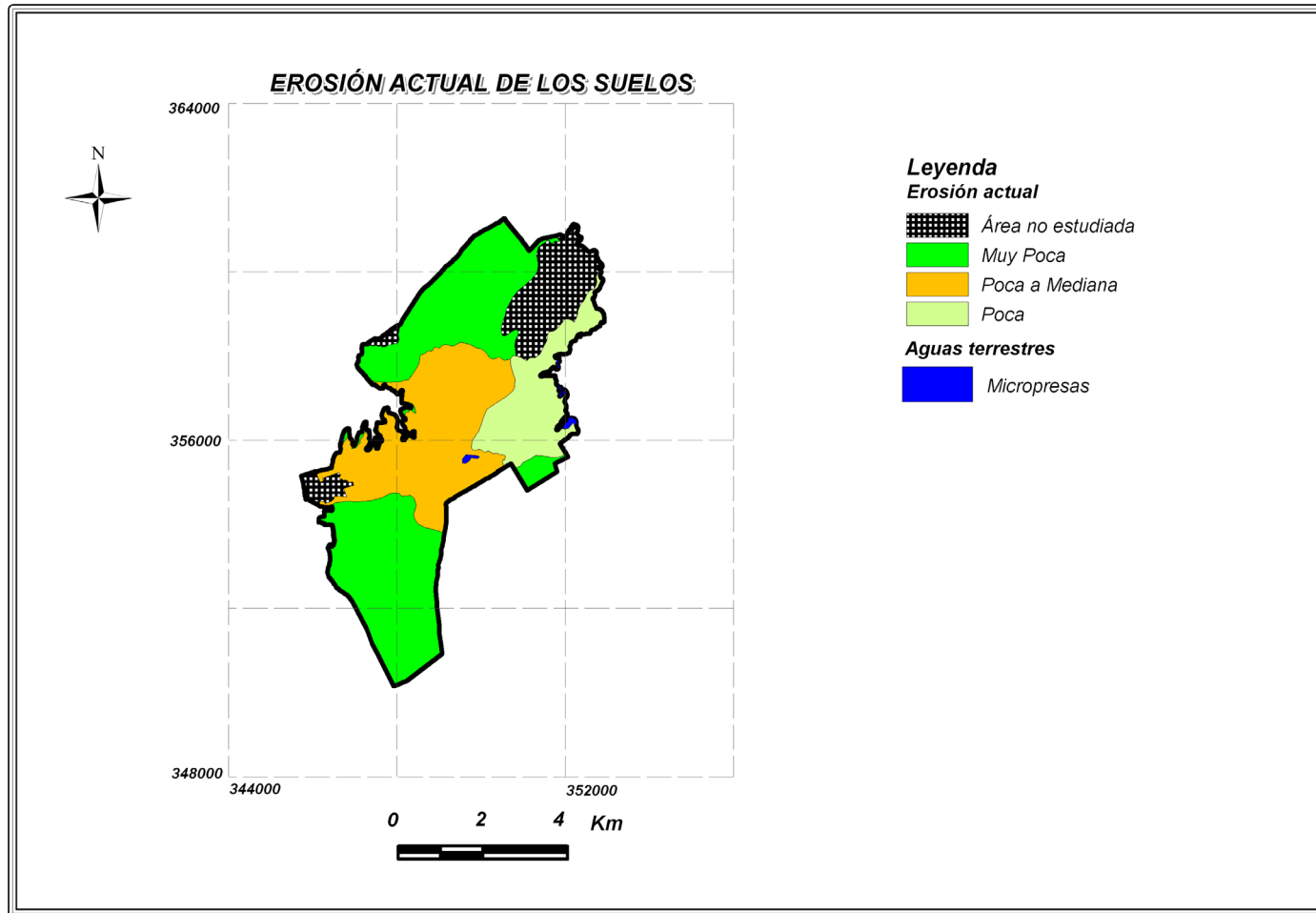
Erosión Actual. La erosión es un proceso natural que provoca el desgaste y la destrucción continua de los suelos.

Para el análisis de este proceso se tomo en cuenta la erosión actual, los criterios de pérdidas de suelos por categorías de erosión actual, se tomaron según la clasificación establecida por Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes (DNSF) del MINAGRI.

La erosión actual de los suelos en el municipio, sólo es apreciable en algunas áreas de la porción septentrional. Para las zonas centro y sur del territorio, donde mayoritariamente se desarrolla la actividad agrícola, este proceso tiene poca afectación sobre los suelos.







SECCIÓN 5. COMPONENTE AGUA



Red de drenaje. De todos los factores que pueden conducir al esclarecimiento de las características hidrológicas de una región, el drenaje es uno de los de mayor importancia. De su análisis podemos esclarecer aspectos relacionados con la litología, estructuras y líneas de debilidad tectónica.

En el área existe un relativo desarrollo de corrientes fluviales, las cuales se organizan desde órdenes inferiores hasta ir ocupando órdenes superiores, específicamente 5^{to} orden para los ríos Santa Ana y Quibú. La extensión y caudal de estos ríos son pequeños, por su desarrollo en uno de los sectores más estrechos de la Isla y por su proximidad al partidor central, por lo que sus nacimientos apenas se separan de las desembocaduras, en sólo algunos kilómetros, siendo el más extenso el Santa Ana por el Oeste. En el área se localiza el partidor central, al Sur de la misma, con una dirección Oeste - Este, provocando dos direcciones de flujo fundamentales; Norte y Sur.

En la vertiente Norte se ubica la zona de mayor interés, observándose un mayor desarrollo de la red que al Sur, con predominio de configuraciones dendríticas y radiales, siendo posible el cambio en algunos sectores en sus afluentes, a paralela o subparalela. La red de drenaje se organiza siguiendo las fracturas preestablecidas, con una dirección Sureste - Noroeste principalmente. Se observa un predominio de ríos de primer orden, lo que nos indica que existe una tendencia al ascenso en esta región. Es notable como en diversos lugares, la red de drenaje desaparece en algunos tramos, debido al desarrollo del carso, en rocas carbonatadas. Es en esta vertiente se localizan los ríos Santa Ana, Jaimanitas y Quibú, los cuales corren por zonas de debilidad tectónica.

Hacia el Sur se observa una red menos desarrollada, con características dendríticas y en ocasiones radiales, debida esta última a la presencia de las rocas carbonato-terígenas, las cuales han provocado una distorsión del drenaje superficial, así como la bifurcación del partidor central en este sector. En la porción Centro y Este, el drenaje posee una dirección Noroeste – Sureste, mientras que hacia el Oeste predomina la dirección Noreste- Suroeste.

Cuencas hidrográficas.

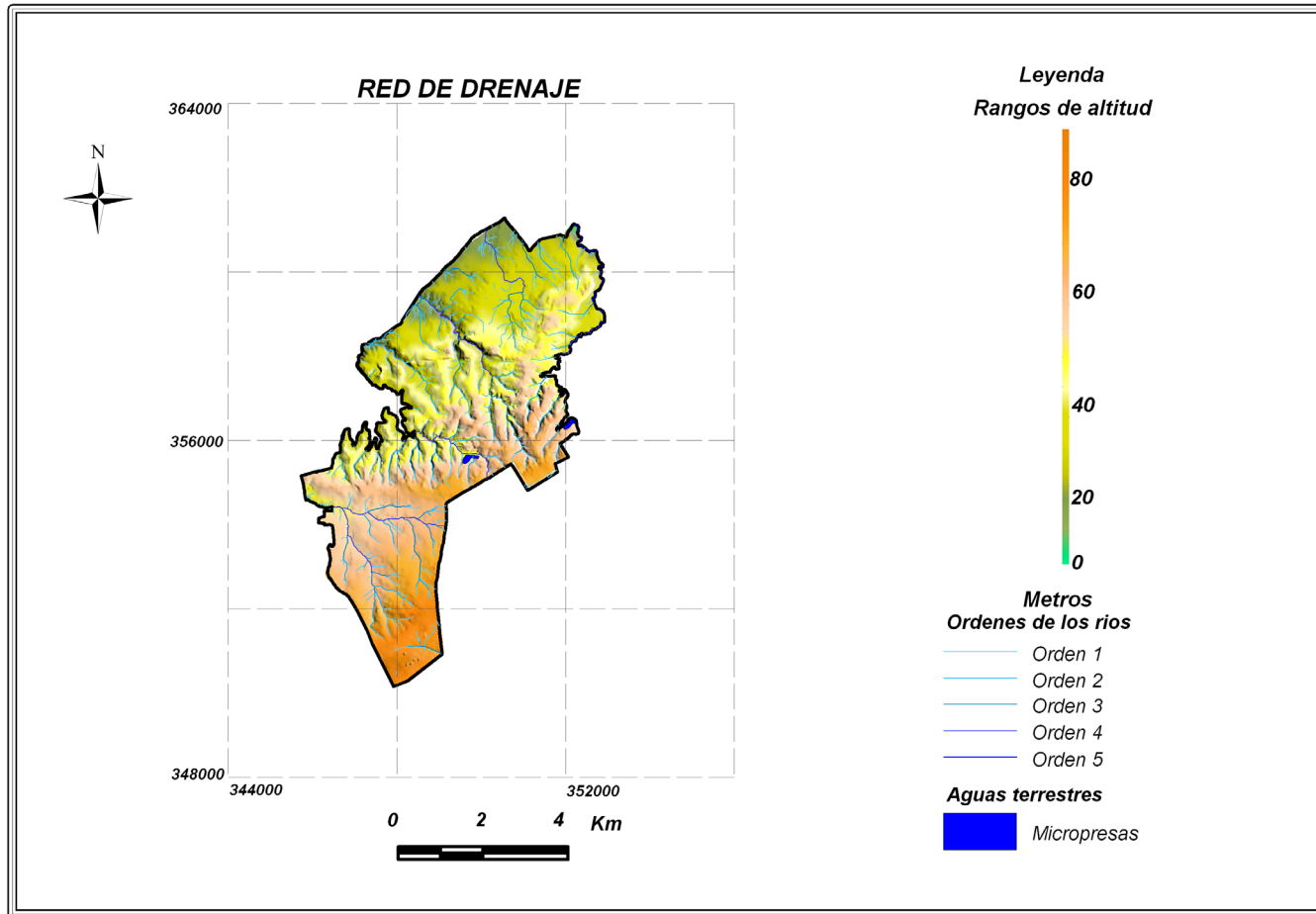
Cuenca del río Quibú: Ubicada al Noreste del área, constituye la tercera cuenca en dimensión presente en la zona de estudio, con un área aproximadamente de 26.5 km² (incluyendo parte del vecino municipio Playa). Se desarrolla sobre diferentes formaciones geológicas, lo cual se refleja en la morfología del drenaje de la cuenca. Hacia el Norte se aprecia un menor desarrollo del drenaje, las corrientes son más espaciadas, tomando los afluentes al río principal, según una configuración paralela y en ocasiones radial. Las corrientes se interrumpen dando lugar al drenaje subterráneo (característico de zonas cársicas). Esta zona norte se desarrolla sobre formaciones carbonatadas, con una densidad de ríos relativamente baja, predominando las corrientes de 1er orden.

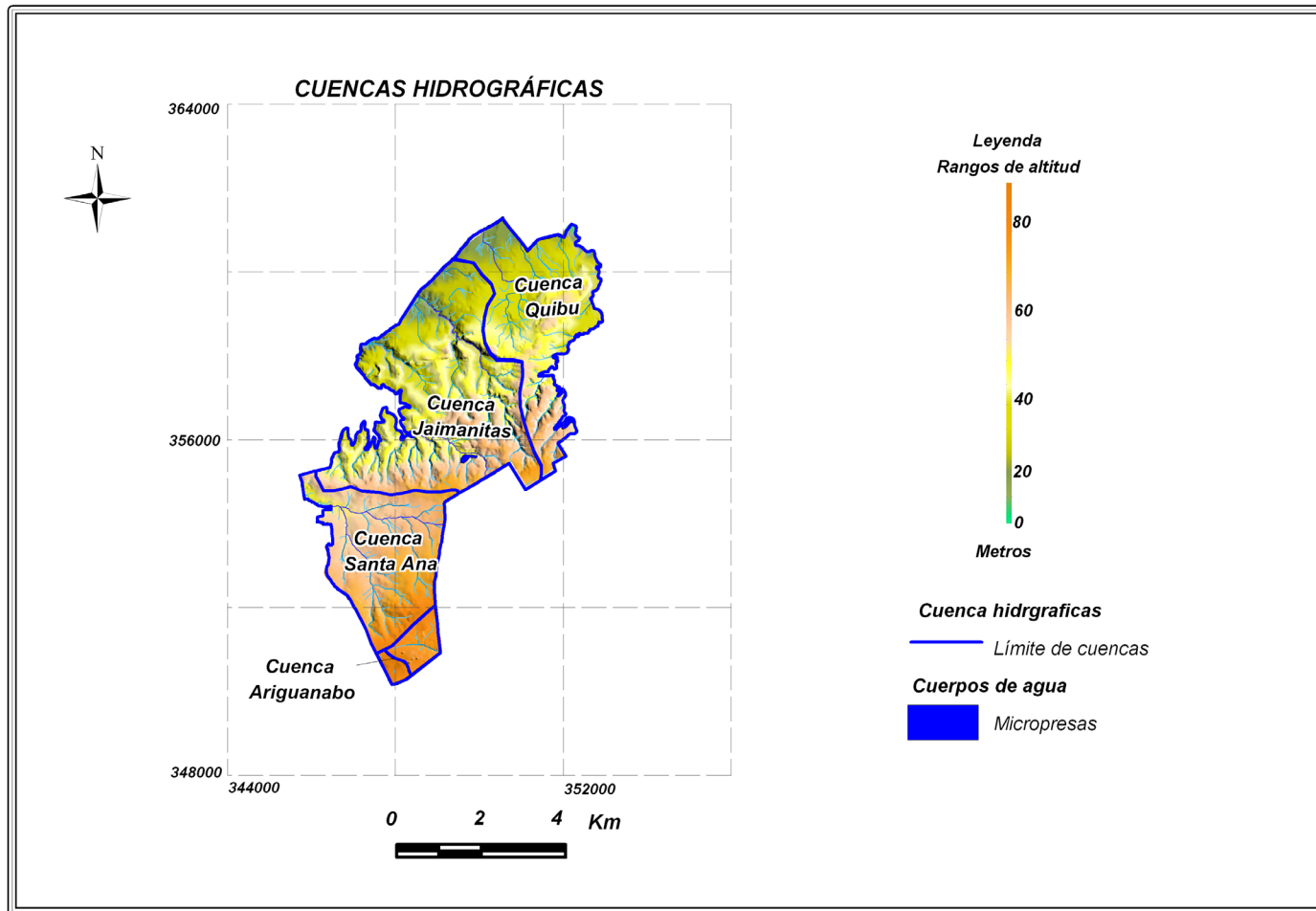
Hacia el Sur de esta cuenca, la red de drenaje se desarrolla sobre las rocas terrígenas, caracterizándose por una alta densidad de ríos, predominando los ríos de 1er orden y en menor medida los de 2do orden, esta red presenta una configuración dendrítica fundamentalmente aunque, al Noroeste los afluentes toman una configuración subparalela.

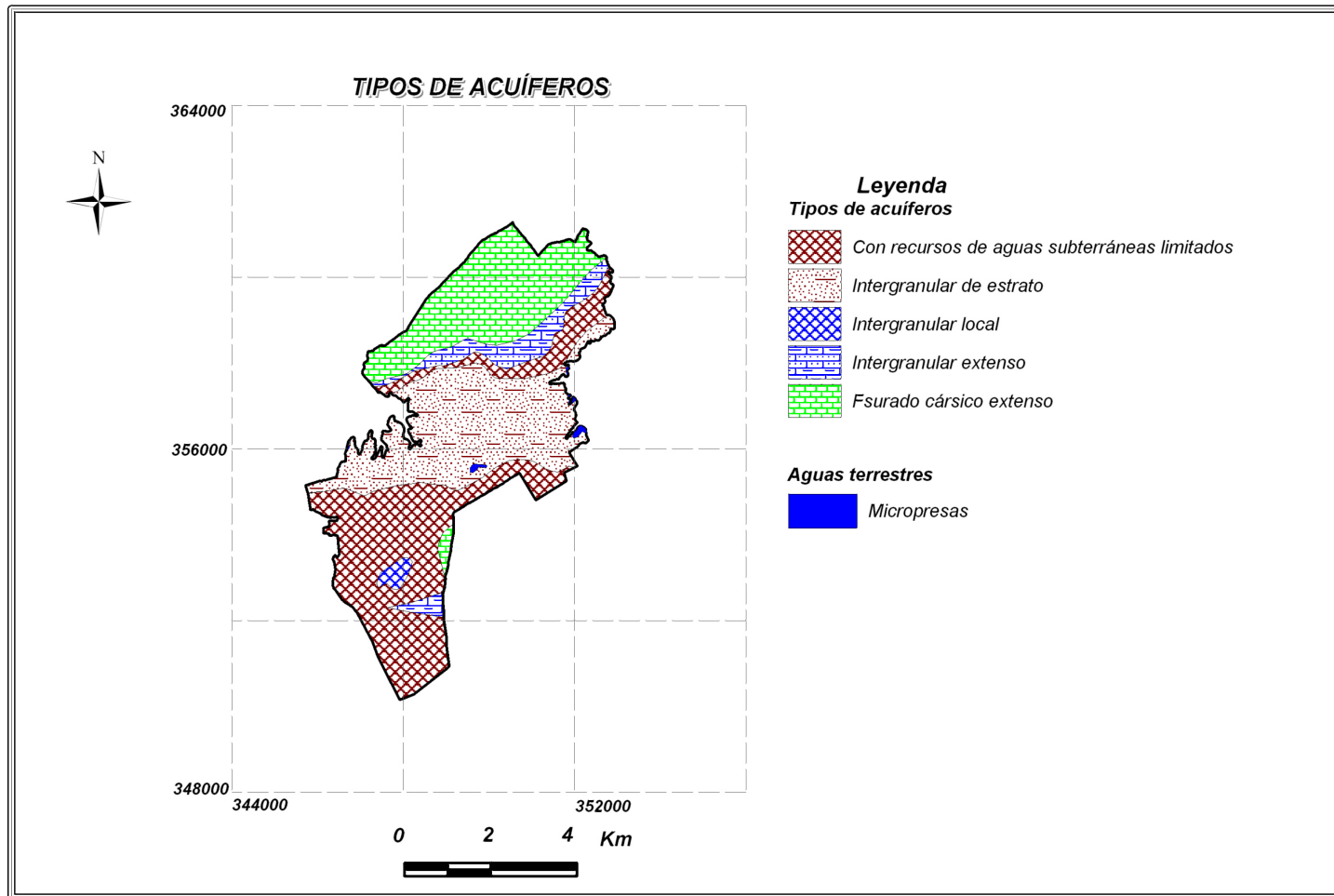
Cuenca del río Jaimanitas: De un área muy similar a la anterior con 26.66 km² (incluyendo el vecino municipio Playa), por su ubicación espacial y ser colindante con la cuenca del río Quibú, presenta características similares. Esta cuenca se desarrolla sobre rocas de las formaciones Capdevila, Güines, Cojímar, Universidad fundamentalmente. En la parte Sur de esta cuenca existe una disección horizontal mayor, representada en gran medida por una alta cantidad de ríos de 2do orden, con una configuración subparalela del drenaje hacia el Suroeste, mientras que al Sureste toma configuración dendrítica. Al Norte, la disección horizontal es menor y los afluentes de órdenes menores toman una configuración fundamentalmente paralela lo que nos da una idea de que este bloque se ha levantado por su porción Oeste. En ocasiones se observa la infiltración de la red de drenaje. El río Jaimanitas presenta una gran asimetría, manifestándose a través de sus grandes afluentes en la margen Este, a contraposición de la Oeste, donde el curso de las corrientes son muy pequeñas, esta conclusión constituye un elemento importante a tener en cuenta para el análisis estructural de la región.

Cuenca del río Santa Ana: Su mayor porción se encuentra ubicada al Suroeste del área, ocupando el primer lugar en cuanto a su extensión, con 38.1 km². Se desarrolla sobre las rocas de las formaciones Punta Brava, Encanto, Guanajay, Cojímar y Güines fundamentalmente. La red se encuentra desarrollada tomando una configuración paralela en la porción Sur y Noroeste, mientras que al Noreste la red presenta una configuración dendrítica, está altamente representada por ríos de cuarto orden así como largas longitudes de corrientes de primero, la cual caracteriza esta zona. La disección horizontal en esta cuenca aunque no presenta valores máximos (solo al Noreste), tiene una tendencia alta. Un detalle fundamental en esta cuenca lo constituye la dirección del flujo del río Santa Ana (Este – Oeste), al ser este el único río en el área que corre en esta dirección lo que le atribuye un carácter totalmente anómalo, más aún por la marcada asimetría de sus valles (enormes afluentes al sur y al norte solo pequeñas corrientes de 1er orden fundamentalmente).

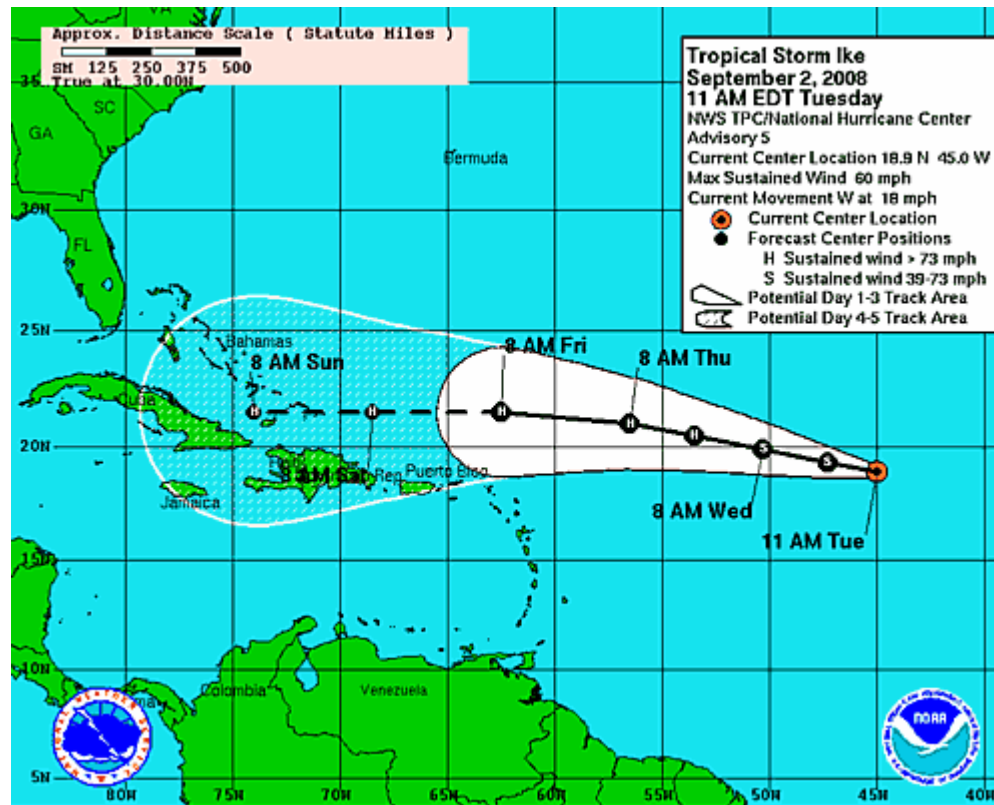
Tipos de acuíferos. Aunque en el municipio las aguas subterráneas no se explotan para el abasto a la población, sino localmente para otros usos, resulta importante conocer los tipos de acuíferos existentes, con el fin de que se adopten medidas para su protección ambiental. En la porción septentrional del municipio, densamente poblada y con un número significativo de fuentes contaminantes, el tipo de acuífero predominante es el fisurado cársico, con recursos disponibles de aguas subterráneas. En la parte central del municipio predomina el acuífero intergranular de estrato. En la zona Sur del municipio, presenta acuíferos mixtos con relación a los anteriores, con recursos limitados de aguas subterráneas.







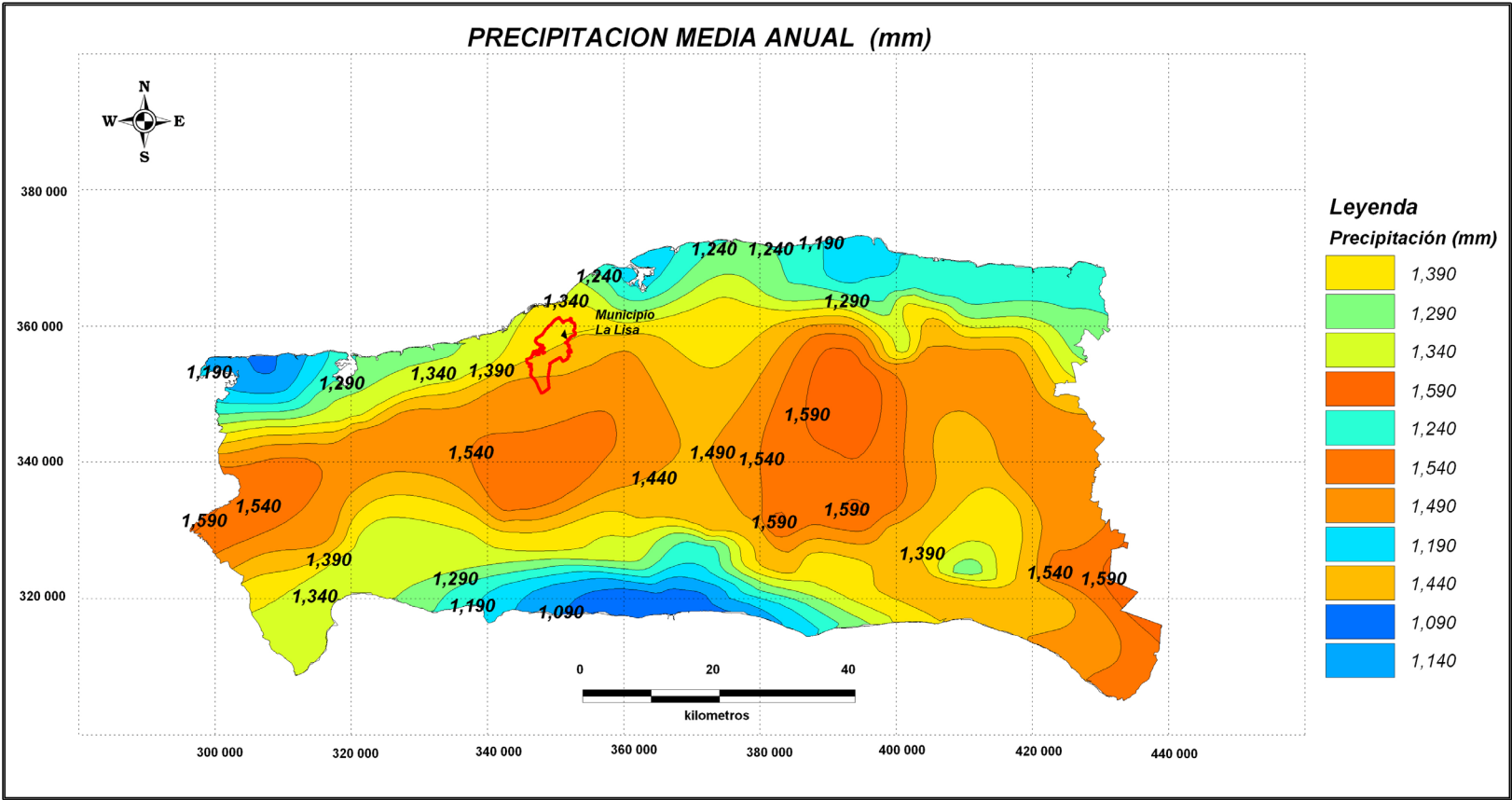
SECCIÓN 6. COMPONENTE ATMÓSFERA

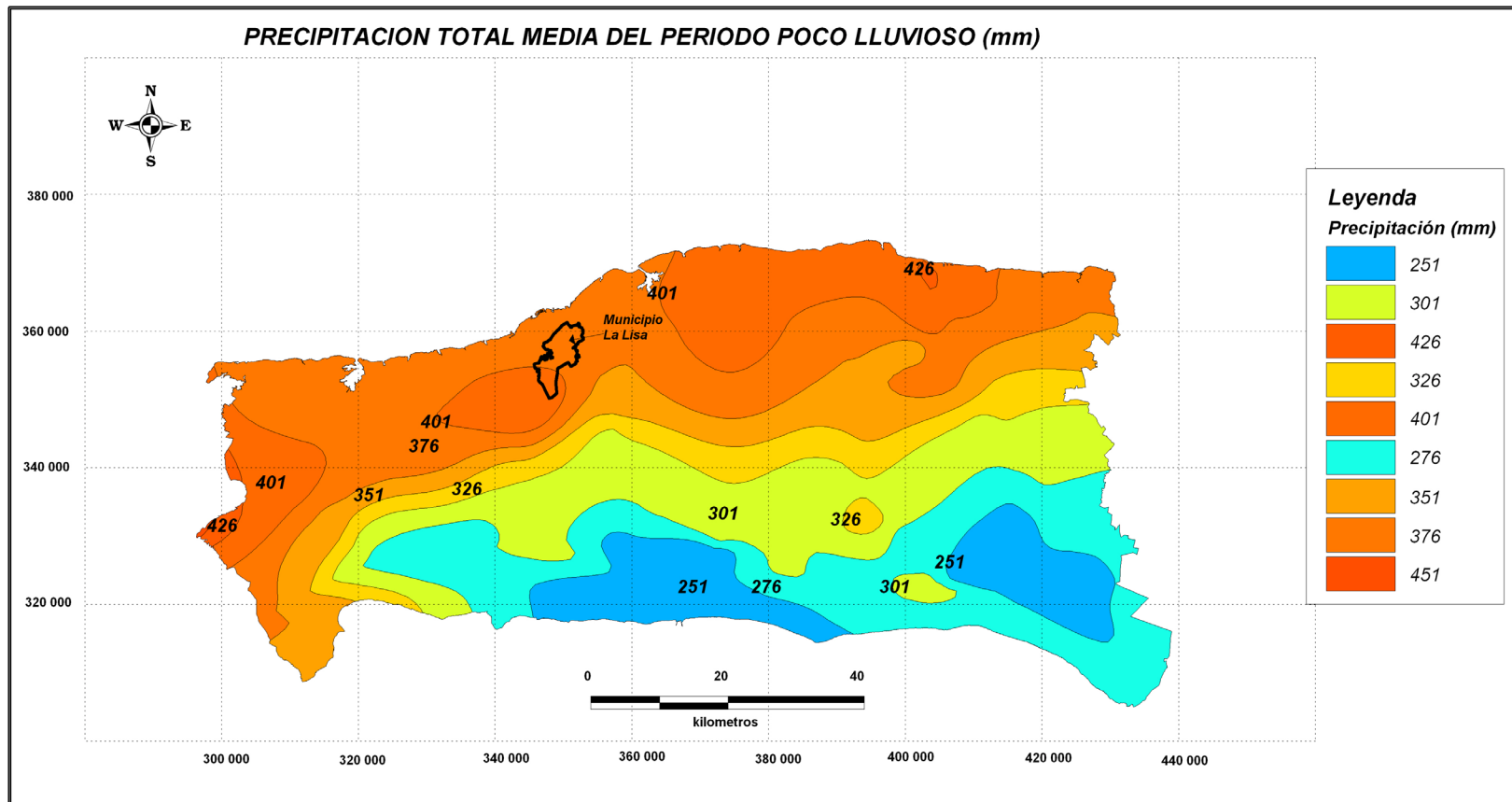


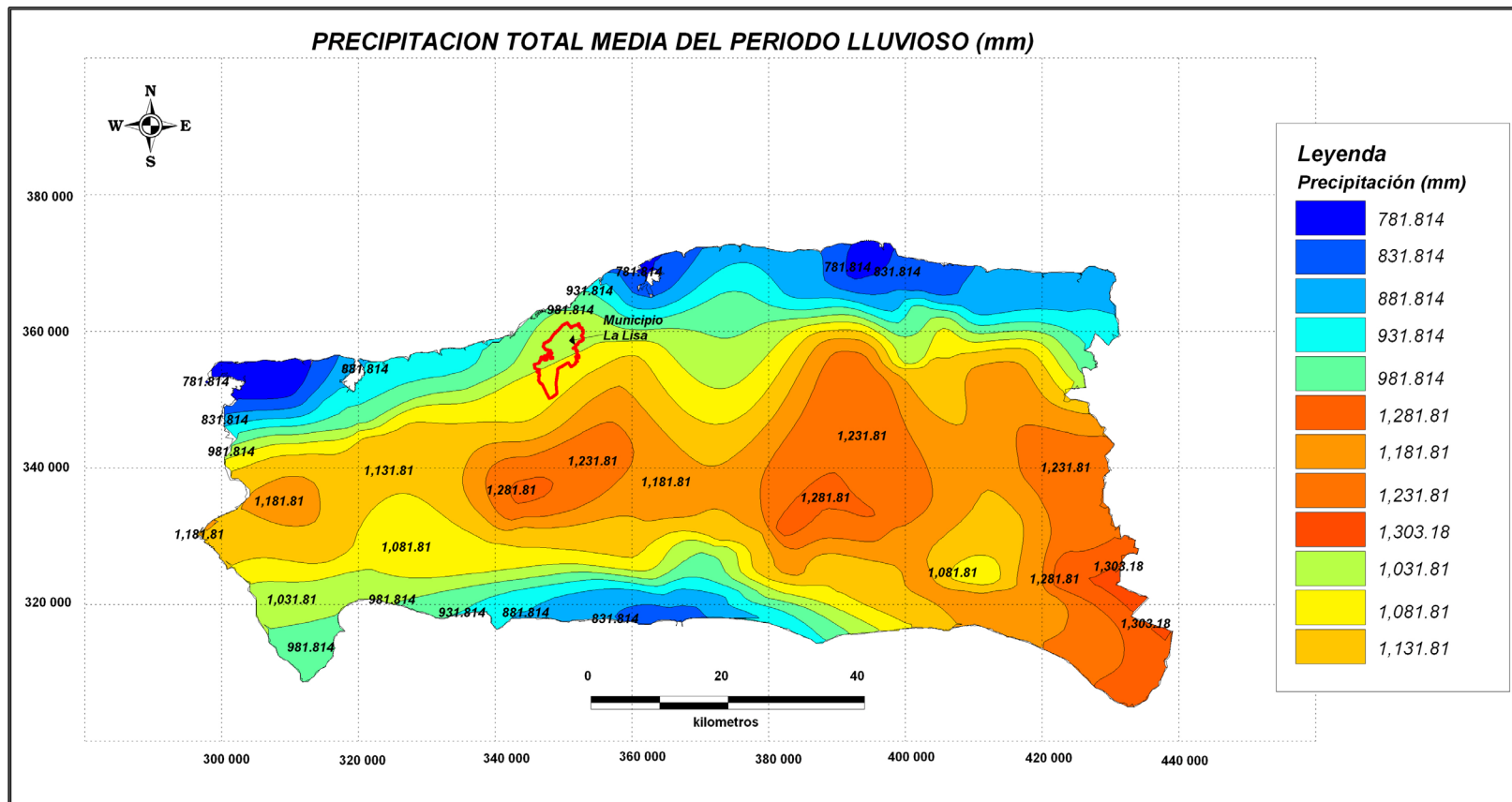
Clima. El clima del territorio se corresponde en general con el del resto del país, de sabana tropical, en el cual la influencia estacional de las masas de aires árticos y polares continentales es marcada en el invierno. En general para el municipio las variables climáticas se comportan de la siguiente forma:

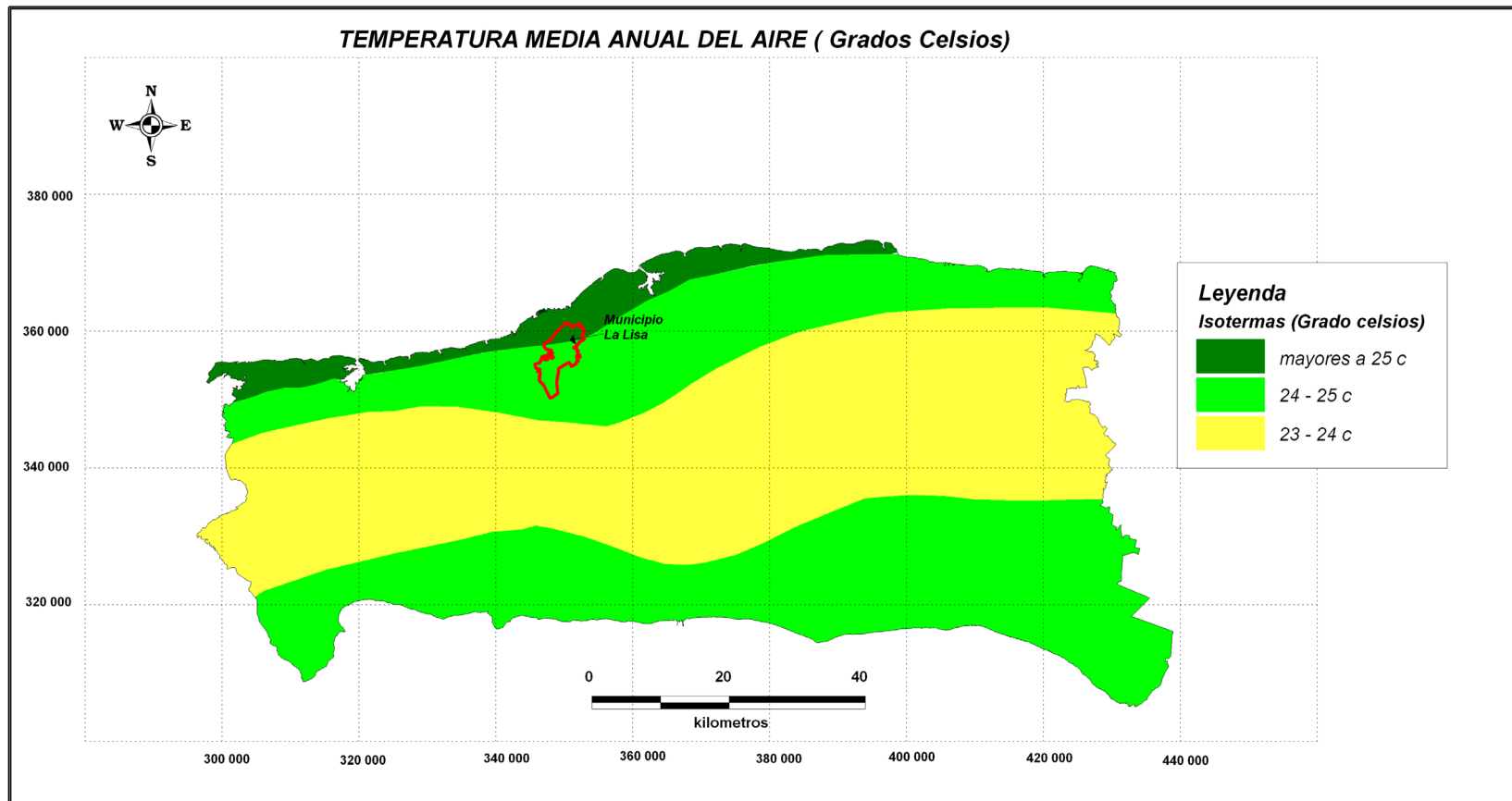
- La marcha anual de la radiación solar muestra máximas en abril y julio con valores del orden de los 20 MJ.m⁻² y mínimos en diciembre-enero con valores inferiores a los 12 MJ m⁻². La radiación solar global es de 12-17 MJ m⁻². En general para toda la provincia se estima un promedio de 2700-2900 horas luz /año.
- Los vientos predominantes son de dirección noreste siendo la velocidad promedio de 2,8 - 3.3 m.s⁻¹.
- La humedad relativa presenta sus valores extremos en las horas de la mañana y de la tarde:
7:00 AM humedad relativa media anual: 90-95%
1:00 PM humedad relativa media anual: 60-65%
- La temperatura media anual del aire para el territorio oscila entre 24-26 grados Celsius.
Temperatura media anual en enero 22-24 grados
Temperatura media anual en julio 26-28 grados
- La media anual de precipitaciones están en el rango de 1200 a 1400 mm, siendo el promedio anual de días con lluvias para esta zona es de 80 a 100.
Período Seco: meses Noviembre y Abril
Período Lluvioso: meses Mayo y Octubre

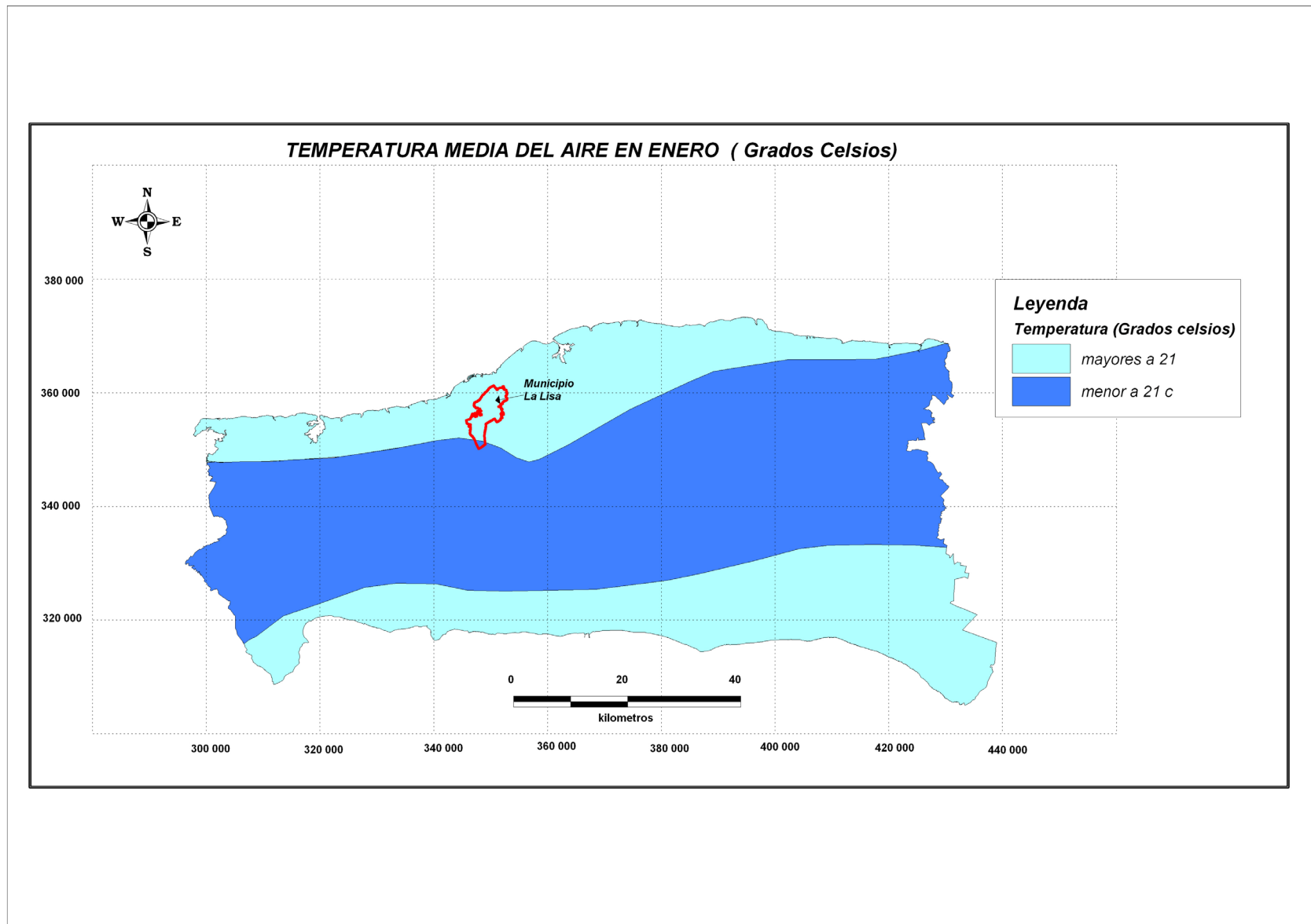
En general puede afirmarse que el conjunto de los elementos climáticos del territorio ofrece pocas limitaciones para el desarrollo de las actividades del hombre.

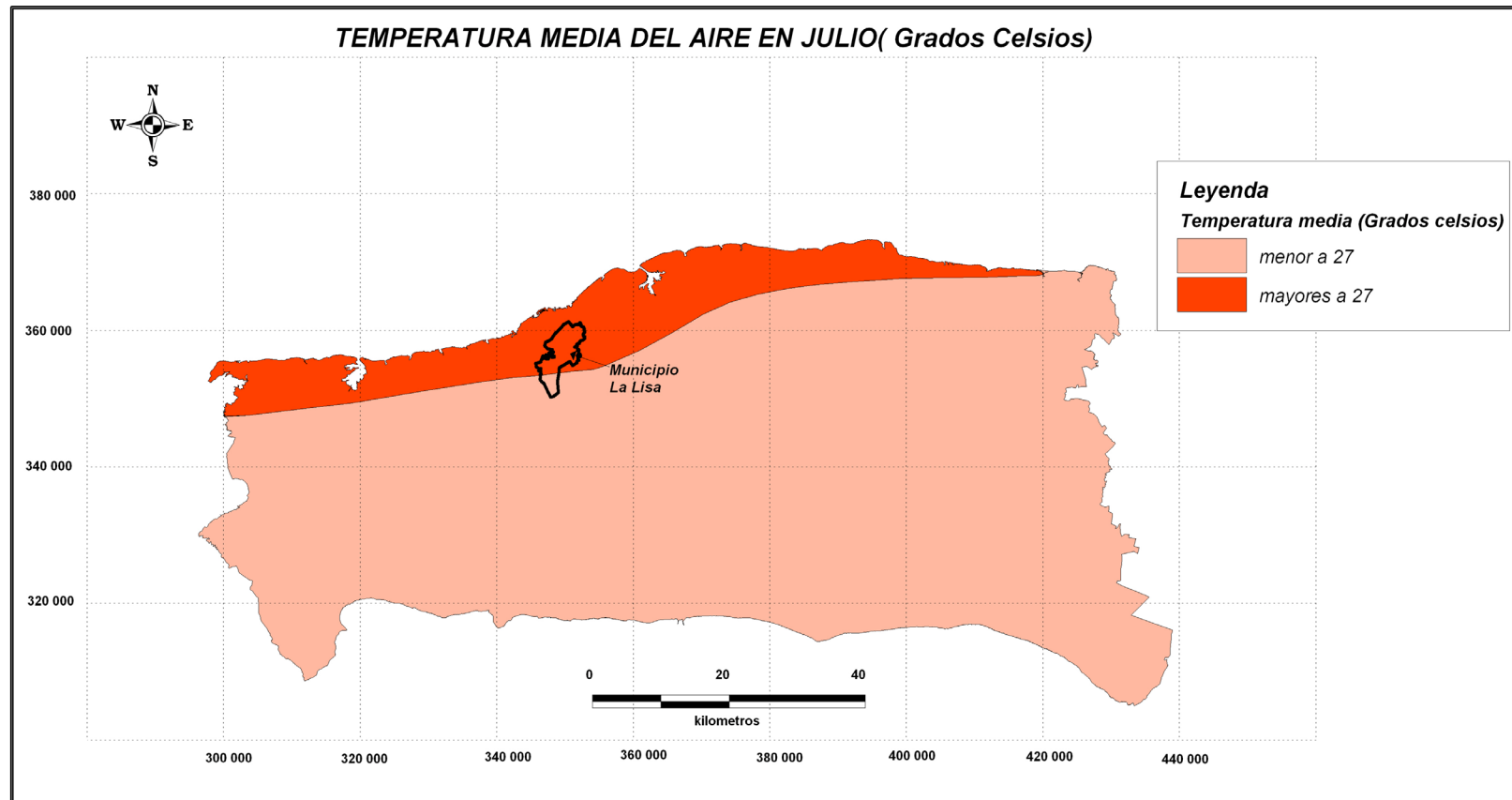








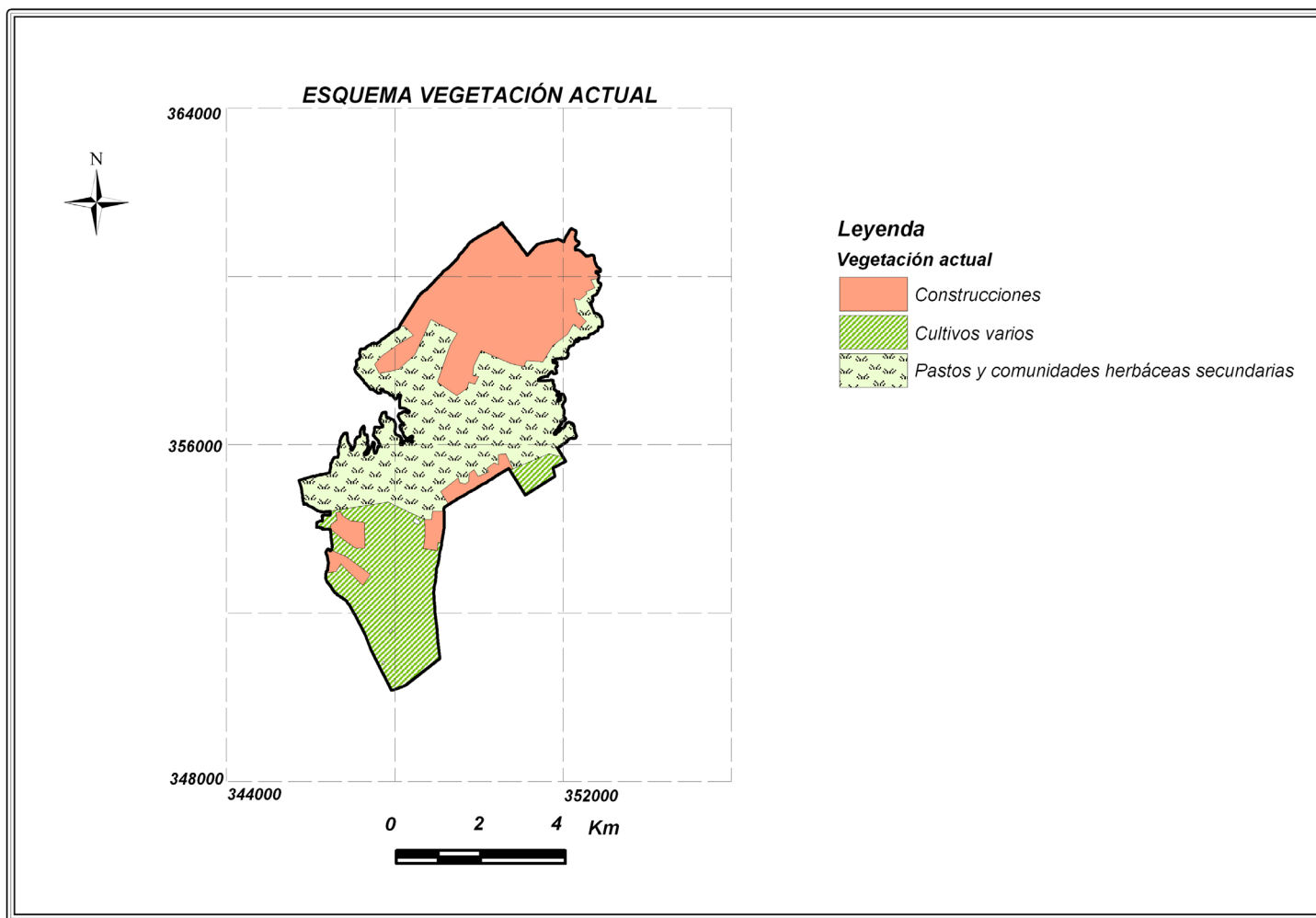




SECCIÓN 7. COMPONENTE VEGETACIÓN



En el municipio predominan, las formaciones vegetales relacionadas con los pastos y comunidades herbáceas, los cultivos varios los cuales predominan en la parte sur del municipio, estando representadas por plantaciones de cítricos y frutales y por último la formación vegetal denominada construcciones, la cual esta representada en las áreas verdes de las zonas urbanas y su periferia.



PARTE III: MEDIO SOCIO-ECONÓMICO

SECCIÓN 8. ASPECTOS GENERALES DEL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO



Aspectos demográficos. La población del municipio de La Lisa no es totalmente urbana, en relación con su extensión territorial se encuentra distribuida en forma dispersa. En la Tabla III.5, se muestra la distribución de la población por Consejo Popular (C.P.).

Tabla III.5 Distribución de la población por Consejo Popular

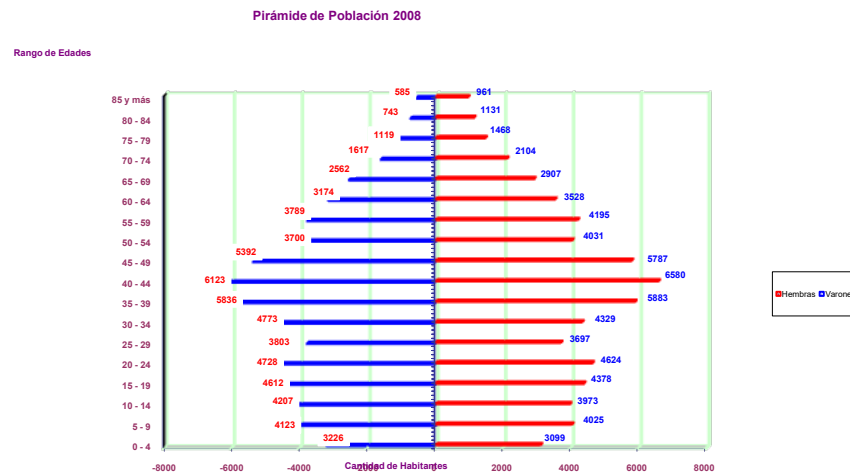
Consejo Popular	Habitantes cierre 31/12/2007
Alturas de la Lisa	21620
Balcón Arimao	19342
Cano-Bello26-Valle Grande	9040
Punta Brava	11997
Arroyo Arenas	13535
San Agustín	30366
Versalles - La Coronela	24835
TOTAL	130735

Fuente: Dirección Municipal de Estadística

Como se puede apreciar de la tabla anterior el mayor volumen poblacional se encuentra ubicado en el C.P. de San Agustín, siguiéndoles en orden descendente el C.P. Versalles – La Coronela y el C.P. Alturas de La Lisa. Lamentablemente no contamos con la información actualizada para el 2008, pues no se nos fue suministrada.

El 17 % de la población del municipio La Lisa, es menor de 15 años, siendo premisa indispensable para que una población se considere joven que en este rango de edades (de 0 a 14) se concentre el 40 % ó más de la población, debiendo de tener una población de más de 60 años que no

sobrepase el 12 % del total poblacional, para esta pirámide corresponde el 16.7 %, por lo que confirmamos que la población del municipio La Lisa está en proceso de envejecimiento.



Actividad económica. El municipio La Lisa, no ha sufrido grandes cambios en su estructura económica y con relación al año 2000, ésta se ha consolidado, aunque si bien es cierto que algunas Empresas no han podido continuar sus operaciones ó han visto disminuidas sus producciones, debido a la crisis económica internacional que afecta a todo el país. No obstante eso, La Lisa dispone hoy de una sólida y diversificada estructura económica, fruto de las estrategias de la Revolución, dirigidas al desarrollo industrial de este territorio.

Entre las principales industrias se encuentran, el Combinado del Vidrio, Fábrica de Camiones, Planta de Oxígeno, Planta de Agregados Metálicos y el grupo de industrias médico farmacéuticas.

De igual forma el municipio tiene un gran peso en el desarrollo del polo científico del Oeste de la capital, con instituciones tan importantes como el Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí", el Instituto de Investigaciones de la Industria Alimenticia, la Planta de Sueros y Hemoderivados, el Instituto Finlay, el Centro de Histoterapia Placentaria y el Instituto de Geofísica y Astronomía, entre otros.

Fuentes y focos contaminantes. En este aspecto la situación del Municipio, no ha tenido cambios sustanciales con relación al año 2000, debido fundamentalmente a la situación económica que ha tenido que afrontar el país en estos años, las cuales han limitado de manera sustancial, las posibilidades de inversión para darle solución a los diferentes problemas relacionados con la contaminación ambiental.

En este aspecto se confrontan aún en la actualidad, dificultades con respecto a la confiabilidad de los datos, existiendo en ocasiones falta de coincidencia con respecto a la información que han brindado diferentes Organismo. En este sentido se hace necesario, que en el municipio se adopten las medidas organizativas necesarias, para que la Dirección de Higiene y Epidemiología, sea el órgano atienda todos los aspectos referentes a la localización y evaluación del estado de los diferentes focos contaminantes, así como darle seguimiento a las medidas para suspensión o remediación.

En la actualidad el municipio posee 100 focos contaminantes, de los cuales el 77% se clasifican como de residuales no controlados, 17% son fuentes industriales y un 6% son fuentes de emanación, relacionadas con industrias, hospitales y las actividades alfareras del Cano

Las fuentes de residuales no controlados, corresponden en su mayoría a microvertederos, los cuales están distribuidos en todo el municipio, principalmente en las áreas urbanas, generando un fuerte impacto al bienestar de la población. La situación existente con relación a los microvertederos, constituye en la actualidad, uno de los problemas que más impacto causa en la situación ambiental del municipio y debe ser

resuelta con prontitud, con el apoyo de la población. Además se hace necesario que la Dirección de Comunes del municipio, incremente los esfuerzos en la atención de las áreas verdes, muchas de las cuales por su desatención se convierten en vertedero

Actividad educacional. El municipio cuenta con una amplia y diversa red educacional, constituida por 80 centros educacionales

Infraestructura vial. En general, la infraestructura vial del municipio satisface el desarrollo de las actividades que se desarrollan en el municipio. Las vías de interés nacional, que circunvalan el municipio ó lo atraviesan son la Avenida 51-Carretera Central, la Autopista de la Novia del Mediodía-Avenida 23 y la Autopista Este- Oeste ó 6 vías, las cuales en general presentan un buen estado, aunque localmente presentan problemas, que pueden inducir, la generación de peligros de accidentes. Las restantes vías del área urbana presentan un estado de regular a malo, muy influido por la falta de mantenimiento por la carencia de recursos económicos y por el mal estado de la red de acueducto y alcantarillado, que provoca la generación de salideros que contribuyen al deterioro de las vías.

Estado del medio construido. De acuerdo a los estudios realizados para el plan de reducción de desastres en el municipio, la situación actual del fondo habitacional es como sigue:

Total de Viviendas: 40986

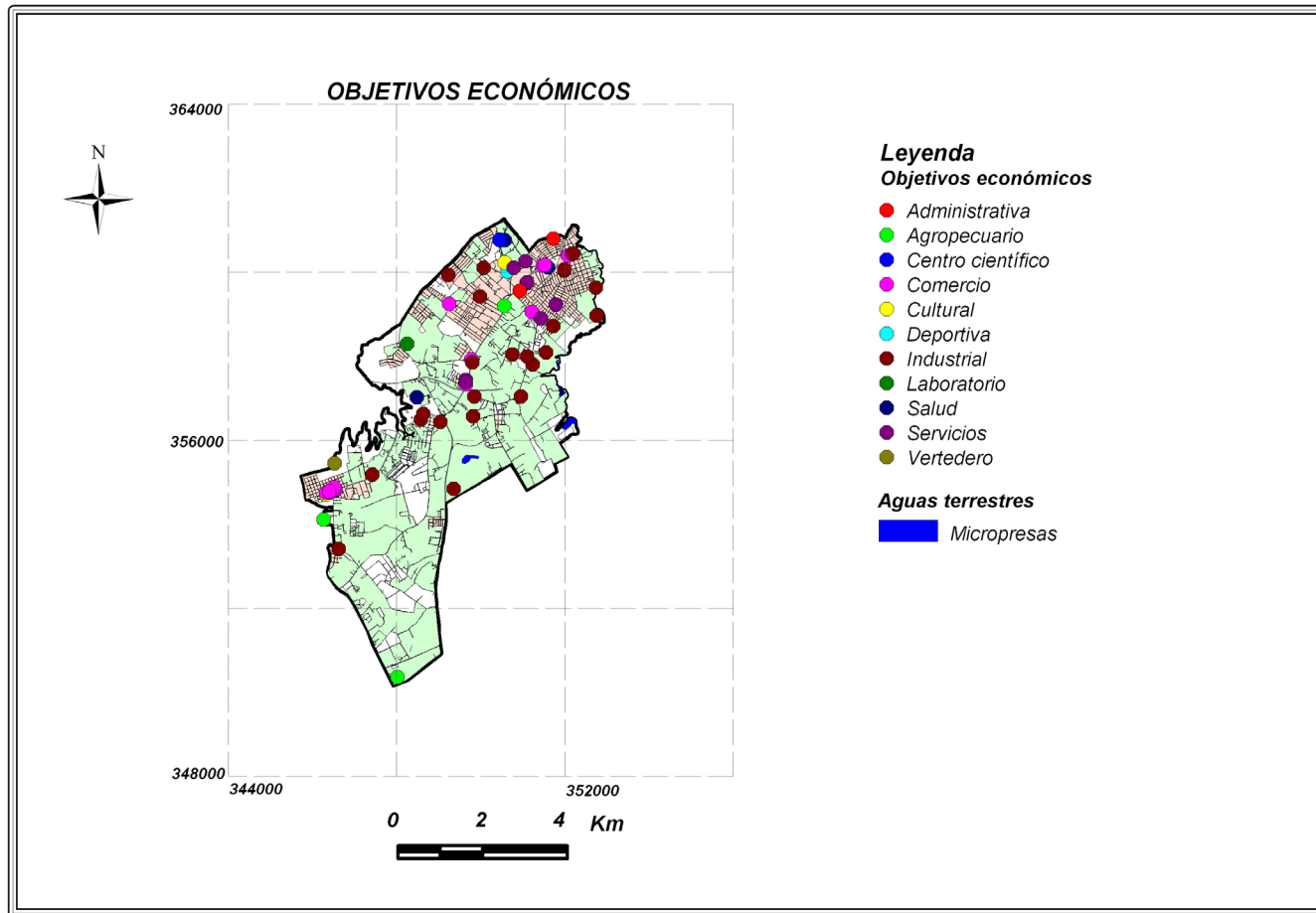
Bien: 32034

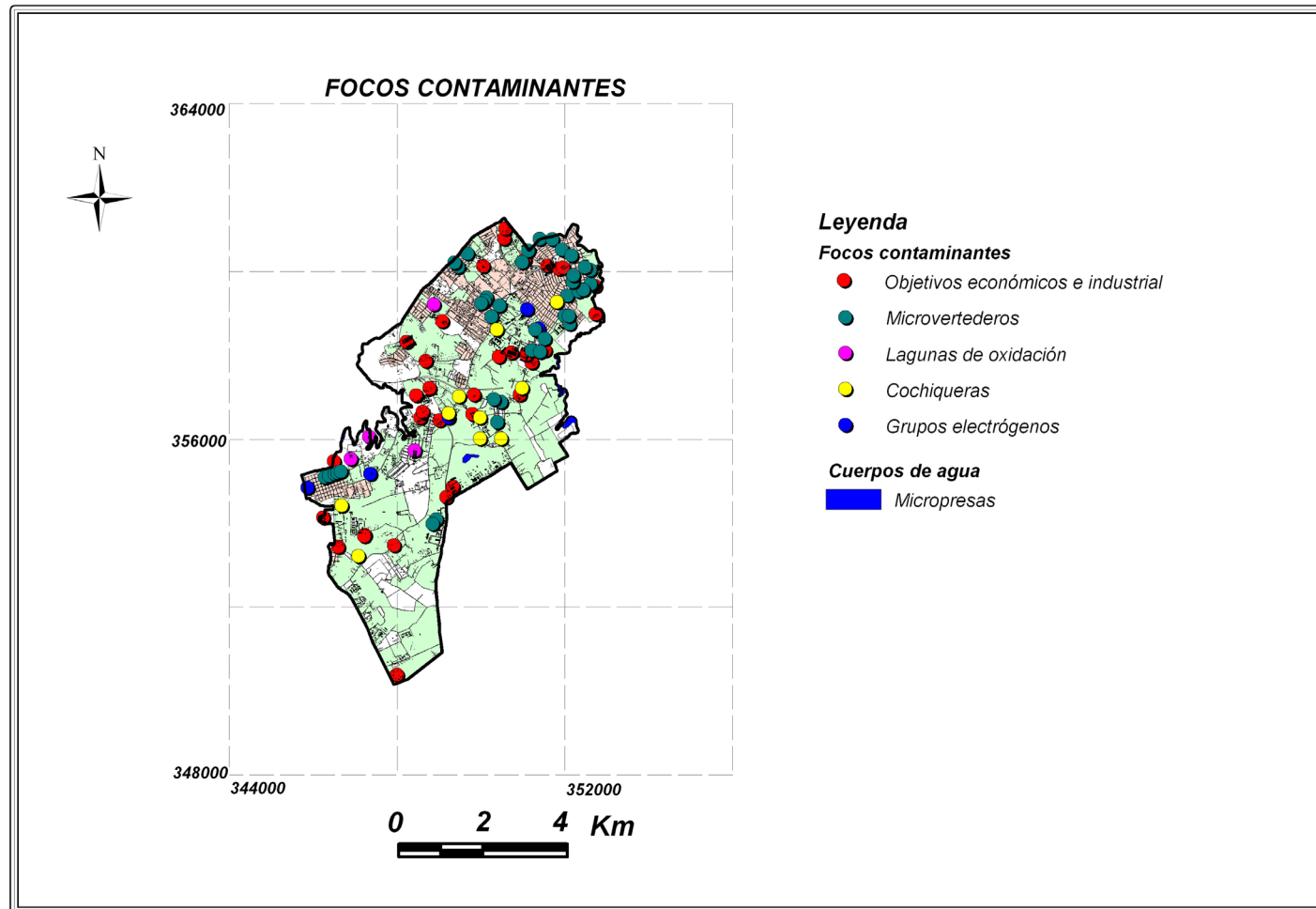
Regular: 7070

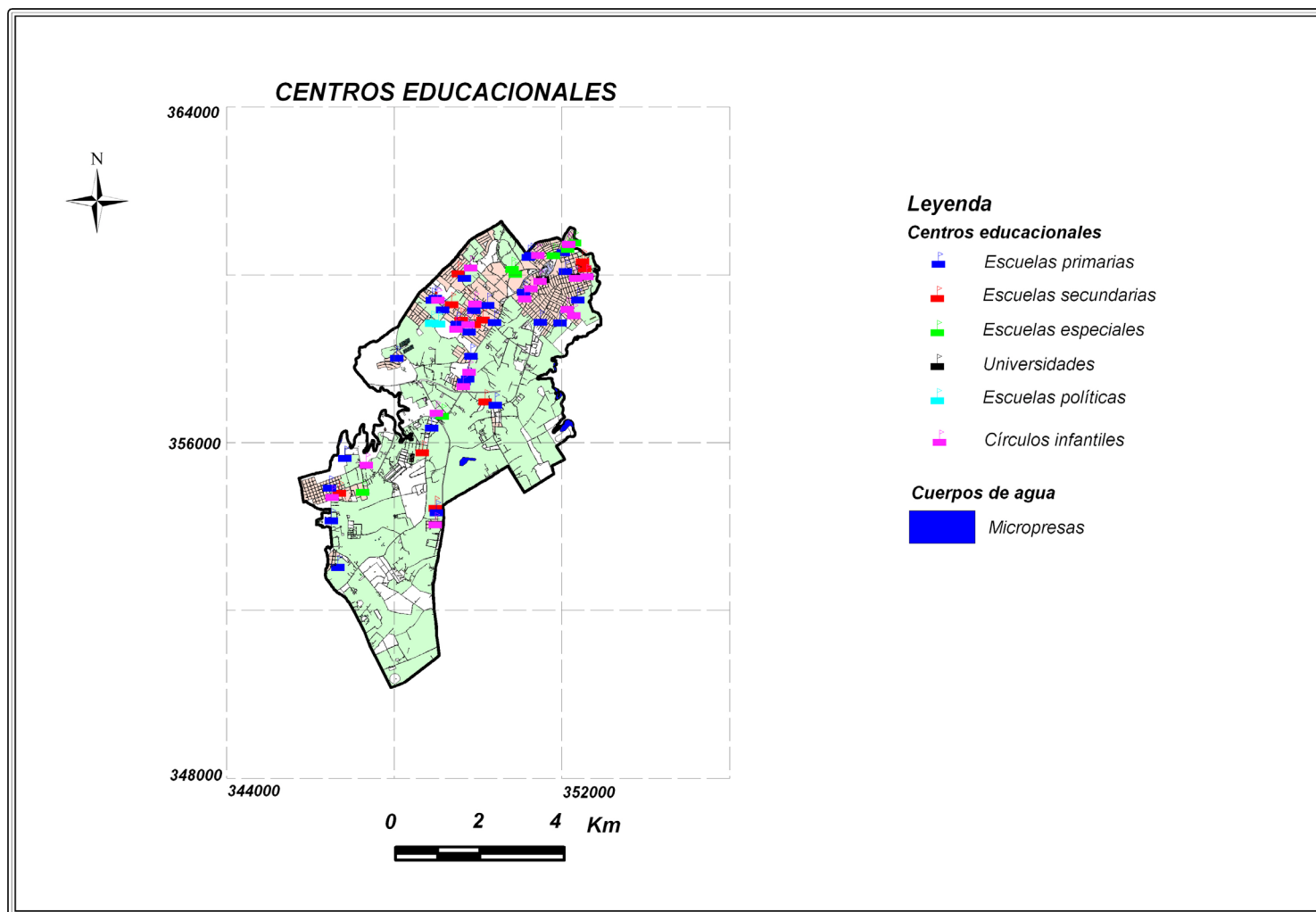
Mal: 1882

Los daños estructurales que pueden provocar huracanes de categoría IV y V principalmente en las edificaciones y viviendas son por definición, extensos, muy intensos y excesivos con probabilidad de influir en.

- Viviendas consideradas en mal estado 1882
- Edificios considerados en estado crítico: 144
- Viviendas en regular estado :7070
- Viviendas en buen estado: 32034







PARTE IV .SÍNTESIS GEOAMBIENTAL

SECCIÓN 9. MAPAS GEOAMBIENTALES DE SÍNTESIS

Unidades geólogo- ambientales. En el municipio La Lisa, están presentes, los tres tipos de **ambientes geológicos**, que regionalmente han sido identificados en el territorio habanero: **ambiente cársico, mixto y no cársico**. Estas unidades de primer rango, a nivel regional, se subdividen en unidades de menor categoría, que han sido denominadas como: zonas y complejos geólogo-ambientales, aunque, en el caso del municipio La Lisa, teniendo en cuenta su escasa superficie, no existe una marcada diferenciación, entre las unidades citadas anteriormente. Por esta razón, a continuación se resumen las principales características de las unidades geólogo-ambientales, referidas a los ambientes geológicos presentes.

El ambiente cársico predomina en la mitad septentrional del municipio, abarcando las áreas de los Consejos Populares, Versalles-Coronela, Alturas de la Lisa y parte de los Consejos Balcón Arimao y de San Agustín, coincidiendo con las zonas más antropizadas, como resultado del desarrollo urbanístico. La aflorabilidad de las rocas es escasa, estando cubiertas por lo general por suelos ferralíticos y ferrálicos, cuyo espesor es significativo en algunas áreas.

El ambiente mixto abarca la zona nor-central y meridional del municipio, donde se localiza, gran parte del Consejo Popular de Punta Brava y parte de los Consejos del Cano-Valle Grande y de Arroyo Arenas. Las rocas representativas de este ambiente geológico, son principalmente calizas arcillosas, margas, calcarenitas, pertenecientes al complejo terrígeno-carbonatado. Estas rocas en ocasiones contienen intercalaciones de rocas carbonatadas, en las cuales pueden presentarse manifestaciones locales de procesos cársicos. Por lo general en superficie, las rocas están cubiertas por una corteza de intemperismo arcillosa, dando lugar a terrenos con mal drenaje, como ocurre en la zona del Guatao, al sur de Punta Brava.

El **ambiente no cársico**, se desarrolla en la zona central del municipio, abarcando parte de los Consejos Populares, de Arroyo Arenas, Punta Brava y del Cano- Valle Grande, en los cuales se asientan un buen número de industrias como son: Planta de Sueros y Hemoderivados, Laboratorio de

Diagnóstico e Investigación Animal, Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí, Combinado Avícola, etc. y núcleos poblacionales, como los poblados de El Cano, Reparto XX Aniversario, la Concepción y Ampliación de Arroyo Arenas.

Escenarios de peligros de origen natural. El análisis de las condiciones geoambientales del municipio, teniendo en cuenta las unidades geólogo ambientales presentes y el comportamiento de otros componentes del medio físico, como los suelos, la distribución de la vegetación, las condiciones de drenaje y los factores climáticos, que inciden en el municipio, permitieron elaborar el mapa de escenarios de peligros de origen natural, en el cual aparecen delimitadas las áreas que con mayor probabilidad, pueden ser afectadas por un determinado evento o proceso que potencialmente puede constituirse en un peligro natural.

Entre los principales escenarios de peligro se encuentran:

- Zonas de ocurrencia de inundaciones fluviales locales.
- Asentamiento de obras constructivas en áreas cársticas urbanas de la porción septentrional del municipio
- Contaminación del acuíferos por infiltración de aguas residuales en las áreas afectadas por el carso
- Contaminación de los suelos y de las aguas terrestres , alrededor de las áreas donde están presentes vertederos incontrolados de residuos sólidos, en las áreas urbanas y rurales del municipio
- Pérdidas de suelo por erosión, en pequeñas áreas del municipio

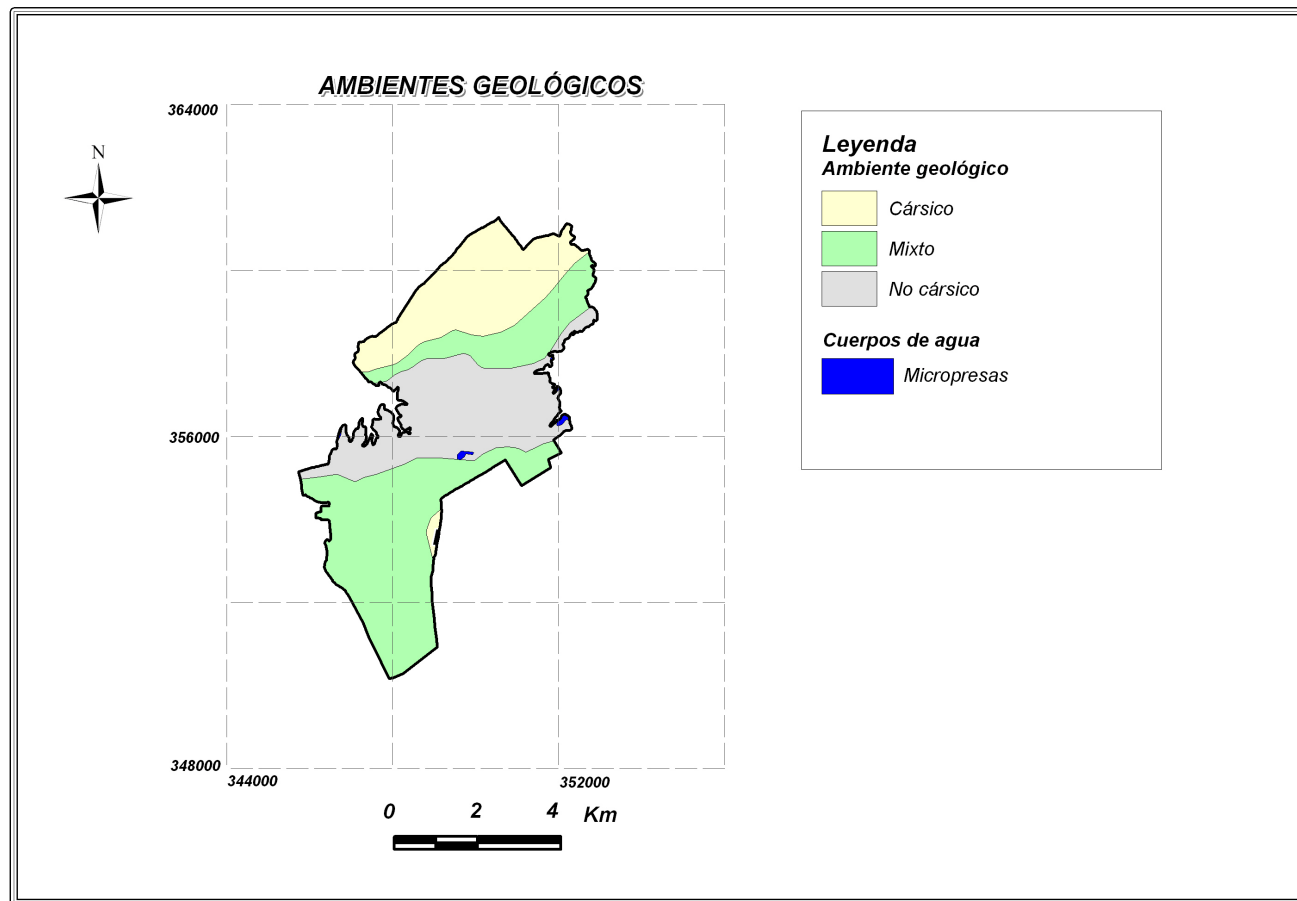
Procesos degradantes de los suelos. El término degradación implica una reducción de los recursos potenciales. En los suelos del Municipio se manifiestan un conjunto de procesos degradantes que contribuyen a la pérdida de las propiedades agrícolas y puede dar lugar a la inutilización de los mismos con estos fines. Los más significativos son la compactación y la compactación y la erosión

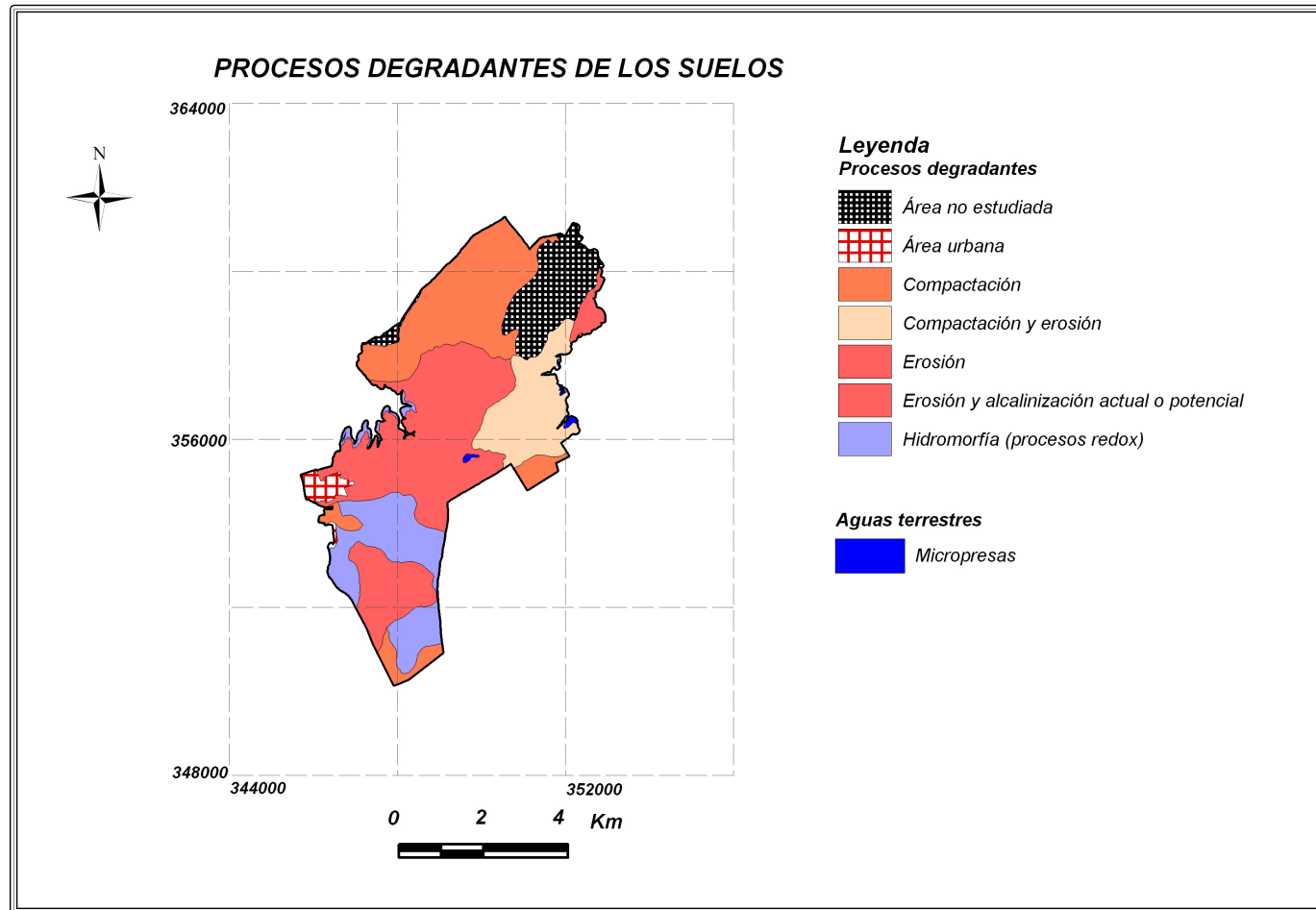
Zonas Vulnerables a la desertificación. La desertificación es un término que se aplica a la degradación de los suelos, los recursos hídricos locales, la superficie de la tierra y la vegetación o las cosechas en zonas secas, debida fundamentalmente al impacto humano. .

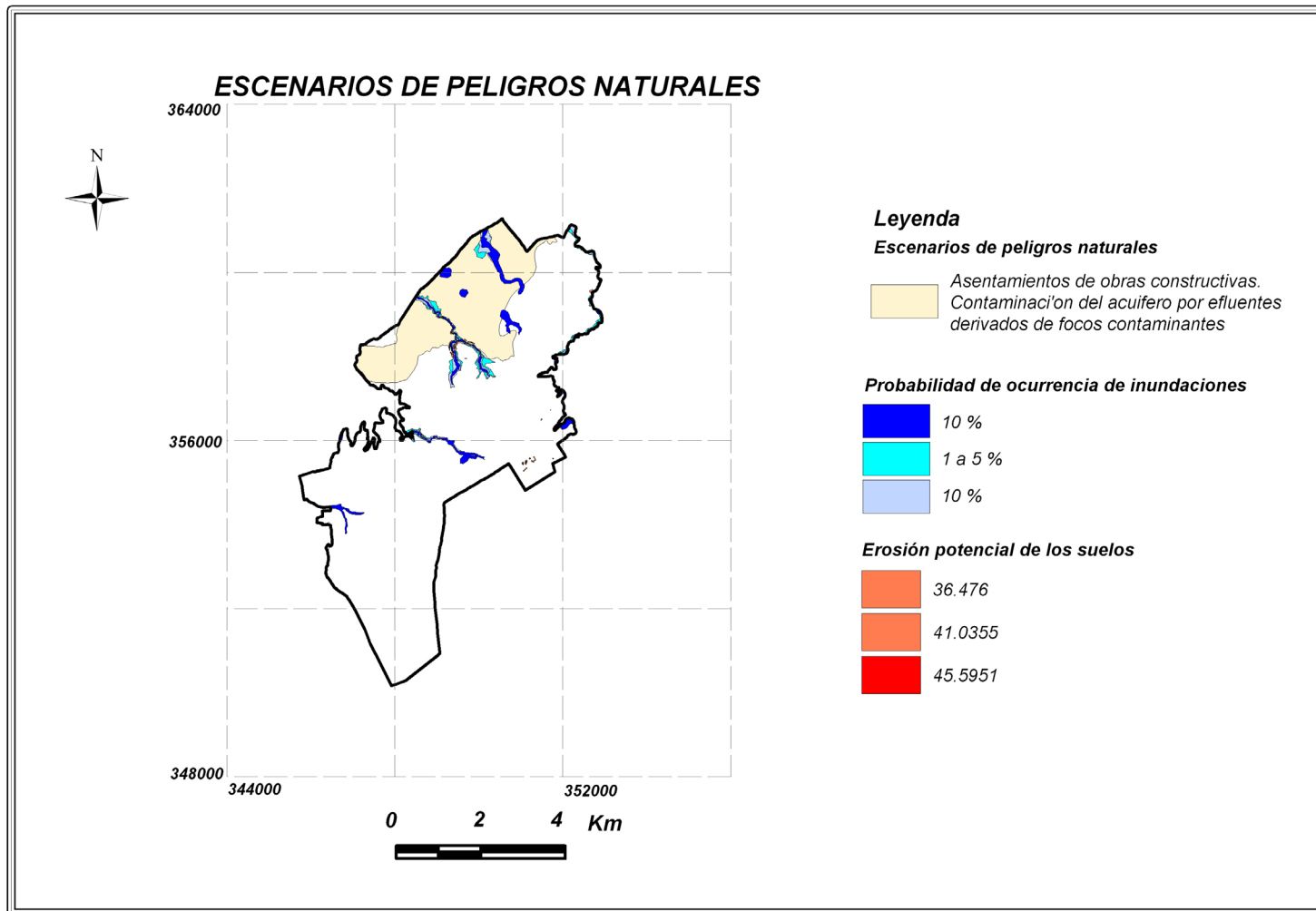
En el mapa se presentan áreas locales con diferentes niveles de afectación. Aunque en general, los niveles de desertificación, por ahora no son significativos, debe atenderse este problema, teniendo en cuenta la aceleración actual de todos los procesos relacionados con el cambio climático global.

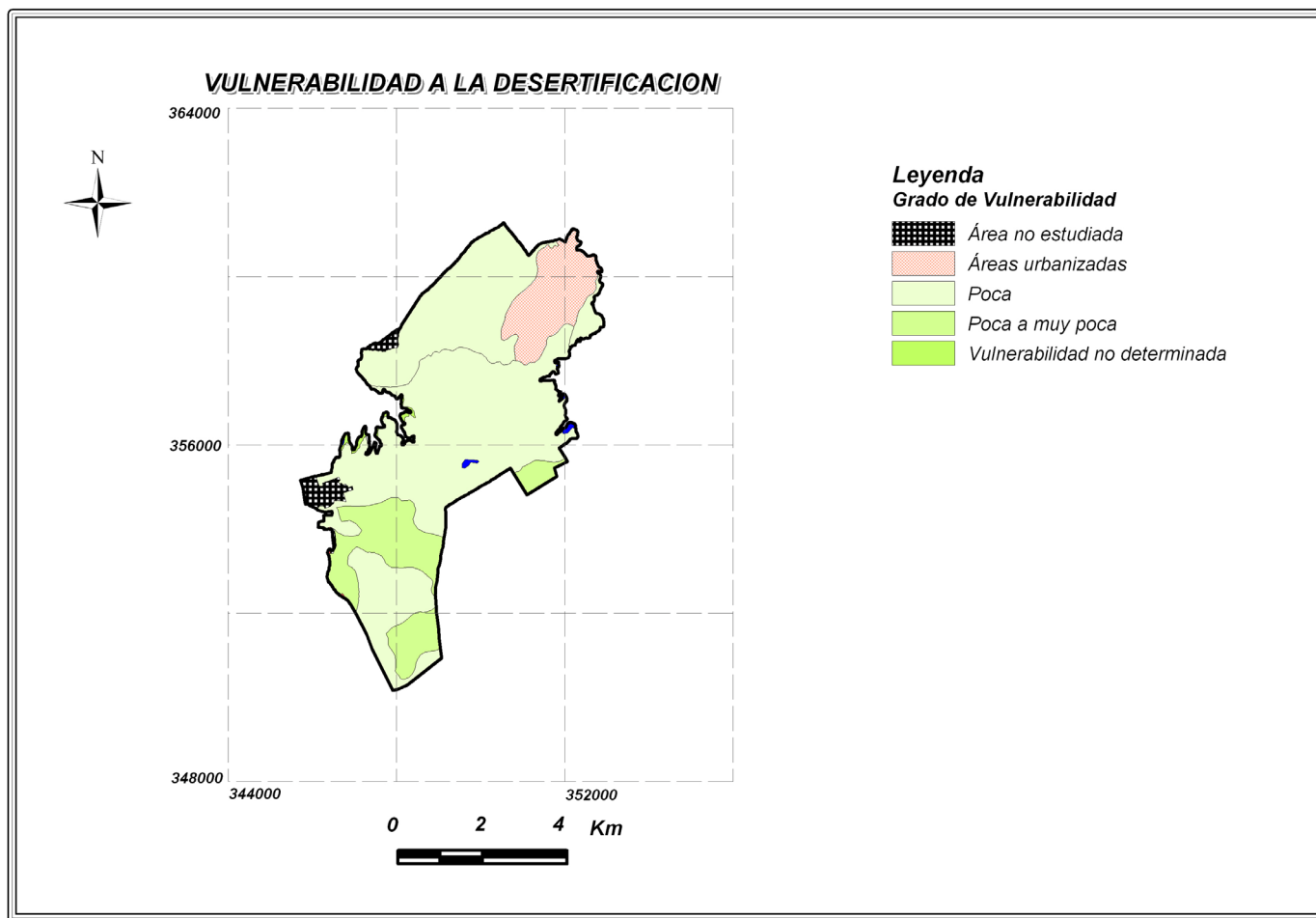
Vulnerabilidad de los acuíferos. La vulnerabilidad de los acuíferos, es una propiedad intrínseca del sistema hidrogeológico y depende de la forma en que su estructura geológica, relieve y los patrones de drenaje, están interrelacionados y distribuidos espacialmente. Ella define su capacidad

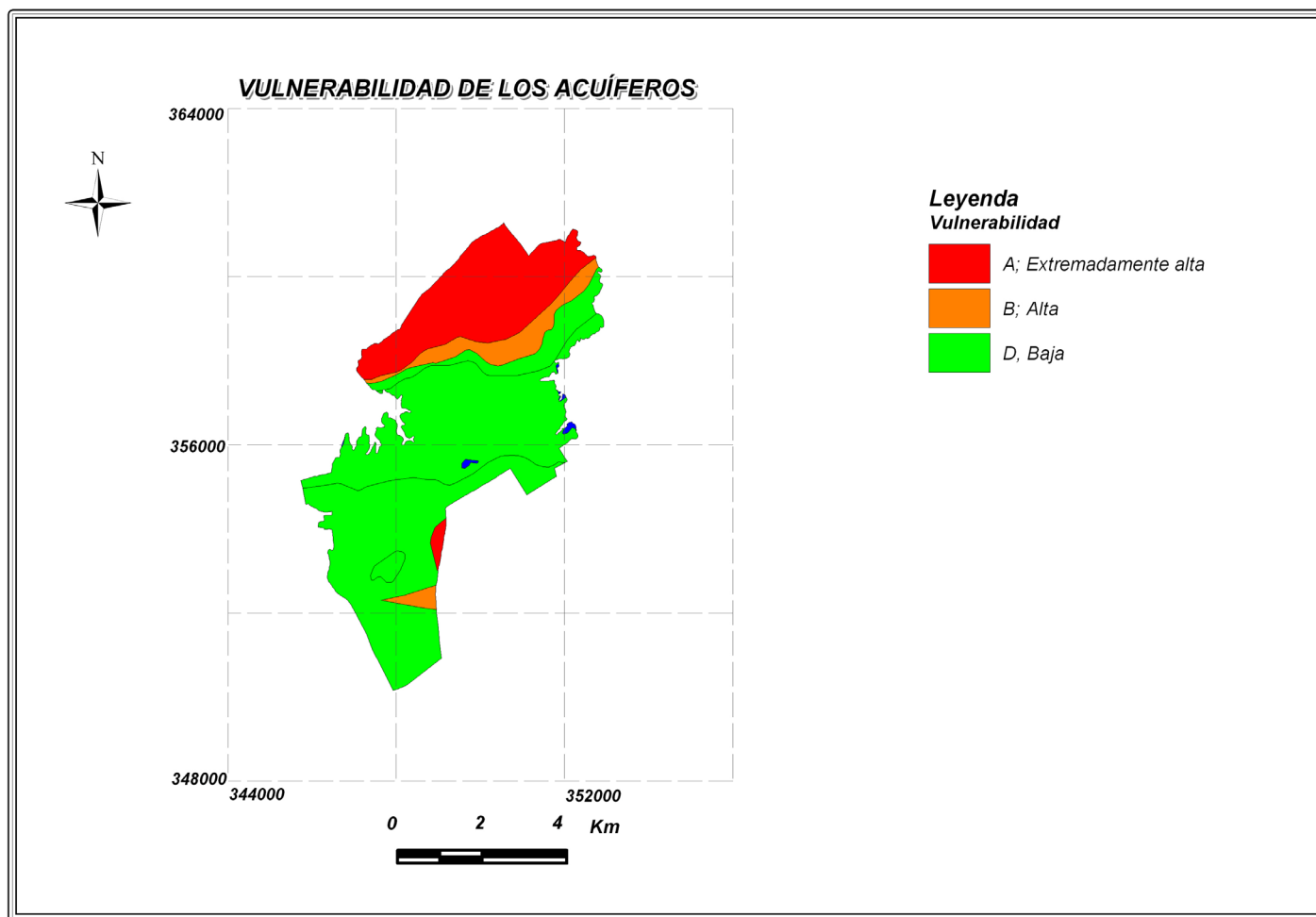
de reacción ante la penetración de sustancias nocivas al entorno, entendiéndose por ello la asimilación, transporte y descarga de contaminantes. Por ello, es una propiedad del medio y resulta totalmente independiente a la naturaleza de la agresión. En el mapa de vulnerabilidad de los acuíferos se refleja la situación específica del municipio La Lisa.











IV. CONCLUSIONES

1. El Atlas geoambiental del municipio La Lisa, constituye una aproximación cartográfica, sobre las particularidades y el estado actual de los principales componentes del medio físico y de algunos elementos del medio socio-económico del Municipio, que permitirán a las autoridades locales, trazar políticas ambientales y acciones concretas acordes con las potencialidades y limitaciones en el uso del medio físico del territorio, teniendo en cuenta de que las mismas, deben concatenarse armónicamente con los requerimientos del desarrollo socio-económico.
2. La colección de mapas temáticos implementados en una plataforma de un Sistema de Información Geográfica (SIG), posibilitarán la actualización de los datos utilizados, para obtener nuevos mapas y realizar las combinaciones necesarias para el análisis de determinados problemas, sobre todo aquellos vinculados con los escenarios de peligros naturales.

V. RECOMENDACIONES

1. Completar en el futuro las informaciones socio-económicas que no fueron posible obtener para la confección del Atlas.
2. Utilizar este Resultado en el desarrollo de la Educación ambiental en el Municipio.

BIBLIOGRAFÍA

- **Alcaide José, et al (2001).** Atlas Ambiental del Municipio Bauta. V Congreso Cubano de Geología y Minería. GEOMIN 2003. ISBN 959-7117-11-8. Cuba.
- ----- **(2006).** Atlas Ambiental del Municipio Alquizar. Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA). Ciudad de la Habana. Cuba.
- **Auge. Miguel (2004).** Vulnerabilidad de acuíferos. Conceptos y métodos. Buenos Aires. Argentina. 38 pp.

- **Campos Mario, et al. (1998).** Atlas Ambiental del Municipio La Lisa. Inédito. Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA). Ciudad de la Habana. Cuba..
- -----, **(2001).** Atlas Ambiental del Municipio Playa. . Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA). inédito. Ciudad de la Habana. Cuba.
- -----, Evaluación geólogo ambiental de las provincia habaneras. (2006). Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA). inédito. Ciudad de la Habana. Cuba.
- -----, Las unidades geólogo-ambientales una nueva herramienta para la formulación de estrategias de planificación física y de gestión ambiental en las provincias habaneras, Cuba. (2008). Resúmenes de la 18 Conferencia geológica del Caribe, Santo Domingo.
- **Colectivo de Autores. (1994).** Atlas Regionales y Especiales. Teoría y Práctica. Universidad Autónoma del estado de México. México 115 pp.
- **Colectivo de Autores. (2002).** Atlas Geoambiental de Porto Velho. Brasil. Consulta de Internet. [www. Rondonoticias.com.br/techmedia.in](http://www.Rondonoticias.com.br/techmedia.in)
- **Colectivo de Autores. (2000).** Atlas Geoambiental de Brasil. Consulta de Internet. www.cpafro.embrapa.br/aonidade/equipe/angelo.htm.
- **Colectivo de Autores. (2002).** Atlas Geocientífico de la Universidad de Cantabria. España. Consulta de Internet. www.citimac.unicam.es/jaime/jaime.htm/
- **García Rivero. A.E., et al (2003).** Diseño de un proyecto SIG y Atlas Geográfico para el municipio San Antonio de los Baños, La Habana. Cuba. GEOINFO 2003. ISSN 1028-8961.

- **García. Rivero. A.E. et al (2004).** El atlas geográfico digital municipal de San Antonio de los Baños: una útil Herramienta al servicio de la sociedad. VII Taller Internacional de Informática y Geociencias. Geoinfo 2004. ISSN. 1028-8961.
- **Gutiérrez, Betty, et al. (2005).** Atlas Geoambiental del municipio Güira de Melena. Inédito. Instituto de Geofísica y Astronomía. (IGA) . Ciudad de La Habana. Cuba.
- **Hernández Ismael, et al (2001).** Atlas Ambiental del Municipio Caimito. Inédito. Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA). Ciudad de La Habana. Cuba
- **Hernández Ismael, et al (2003),** Atlas de peligros del municipio Marianao. Humanitarian Aid Office, 40 p.
- **Hernández Ismael, et al (2003.** Atlas Ambiental Digital del municipio Marianao, Rev. Memorias de GEOINFO. ISSN 1028-8961.
- **Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1989).** Atlas Básico de Colombia. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Rep. de Colombia. 6^{ta} edición 444 pp.
- **Instituto de Geografía Tropical. (IGT). (1989).** “Nuevo Atlas Nacional de Cuba”, 200 pp.
- **Jaimez Salgado Efrén. Et al (2001).** Atlas Ambiental del municipio Playa. Inédito. . Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA). Ciudad de La Habana Cuba.
- **Lamadrid, J, et al. (1977).** Geomorfología. Edit. Pueblo y Educación. Playa. Ciudad Habana. Cuba.

- **Liz. Miravet. Bárbara, et al (2004).** Atlas geoambiental del municipio Plaza de la Revolución. Inédito. Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA). Ciudad de La Habana Cuba.
- **Liz. Miravet. Bárbara, et al (2005).** Atlas geoambiental del municipio Habana Vieja. Inédito. Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA). Ciudad de La Habana Cuba.
- **Leal Ramírez. Rosa. M. et al (2006).** Atlas Geoambiental del municipio Centro Habana. Inédito. . Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA). Ciudad de La Habana. Cuba.
- **López Kramer J. M. et al (2008).**Atlas geoambiental del municipio Batabanó. Inédito. . Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA). Ciudad de La Habana. Cuba.
- **Olivera Acosta. J. et al. (2003)** Atlas Geoambiental para la porción centro occidental de las provincias Habaneras. VI Taller de Informática y Geociencias. GEOINFO, 2003. ISSN. 1028-8961. Cuba.
- **Olivera Acosta, J, et al. (2004).** **Atlas geoambiental de la Cuenca Hidrográfica Ariguanabo.** VII Taller Internacional de Informática y Geociencias. Geoinfo 2004. ISSN. 1028-8961.
- -----, (2006). **Atlas geoambiental del municipio Artemisa.** . Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA). Ciudad de La Habana. Cuba.
- **Pacheco. Elier. Et al (2005).** Atlas Geoambiental del municipio Guanajay. Inédito. . Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA). Ciudad de La Habana Cuba.

- **Valdés. María G. Olivera Acosta. J, et al (2004).** Atlas Geoambiental del municipio Cerro. VII Taller Internacional de Informática y Geociencias. Geoinfo 2004. ISSN. 1028-8961.
- **Valdés. María G. Olivera Acosta. J, et al (2005).** Atlas Geoambiental del municipio 10 de Octubre. Inédito. . Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA). Ciudad de La Habana. Cuba.