

RESUMEN

Las características del relieve del municipio de Santiago, N.L. conforman microhabitats particulares, los cuales a su vez son responsables de la existencia de un gran número de tipos de vegetación, desde Selva baja subcaducifolia, de condiciones semicálido, subhúmedas, hasta Bosques de *Abies-Pseudotsuga* y Matorral de coníferas (*Pinus culminicola*) de condiciones templado/frías-subhúmedas.

Esta región ubicada en la porción central del estado de Nuevo León, se caracteriza además de sus atributos escénicos por presentar altos valores de exclusividad y de biodiversidad. Actualmente existen procesos de alteración ecológica como incendios, deslaves, heladas, desmontes y crecimientos urbanos, con los consecuentes problemas de modificaciones de la cubierta vegetal, deterioro ambiental y, pérdida de biodiversidad. Es por esto que en el presente trabajo utilizando fotografías aéreas de 1975, 1995, imágenes de satélite Landsat TM de 1993, 1998 Landsat ETM del 2001, Se efectúa una caracterización del medio ambiente mediante la captura de ocho mapas temáticos de INEGI y elaboración de cuatro mapas climáticos preparados en archivos digitales mediante procesos de fotointerpretación y validación de campo, se analizan y se describen las principales comunidades vegetales, se efectúa un análisis retrospectivo de los cambios de la cubierta vegetal en un período de 27 años (1975-1995-2002) y se elaboran seis modelos cartográficos, se determinan indicadores de transformación y se presentan en tablas, se desarrolla análisis florístico-fitogeográfico y su representación textual, en gráficas, tablas y cartografía, se plantean estrategias para la preservación de la diversidad florística considerando las tendencias y los pronósticos de deterioro a partir de los indicadores de transformación, elaborando el modelo cartográfico de zonificación que al igual que los otros 25 mapas o modelos cartográficos fueron trabajados en ambientes de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para facilitar, entre otras cosas, los

procesos de análisis espacial. Finalmente se revisa y valida la propuesta hipotética: La fotointerpretación, la verificación de campo, los modelos ecológicos de distribución de comunidades y especies vegetales y las herramientas y aplicaciones SIG, permiten determinar la existencia de especies y comunidades endémicas y otras susceptibles de protección.

ABSTRACT

The topographical characteristics that prevail at the Santiago municipality, in the State of Nuevo León, to shape particular microhabitats, which in time are responsible for the appearance of a great number of vegetation types, from , semi-deciduous low forest proper of semi warm sub humid conditions, to dense forests of *Abies-Pseudotsuga* and a special conifer shrub (*Pinus culminicola*), that grow in temperate cold and subhumid conditions.

This geographical region is located in the central area of the State of Nuevo León, and is characterized besides its scenic qualities by presenting high values of biodiversity and exclusivity. At the present we find several ecological disruptions such as fires, erosion, landslide, freeze, clearing of trees, and urban growth, with the inherent problems of vegetal cover modifications, loss of environmental quality and biodiversity.

The above is the reason for the utilisation of aerial photographs taken in 1975 and 1995, satellite images LANDSAT TM from 1993 and 1998, as well as LANSAT ETM from 2002, in order to characterise the natural environment by the capture of eight thematic maps from INEGI and the elaboration of four climatic maps in digital archives supported by photointerpretation and field validation, to describe and analyse the main plant communities. A retrospective analysis of the vegetal cover changes during 27 years (1975-1995-2001) is made, together with the preparation of six cartographic models that include transformation indicators, tables, as well as the floristic-phytogeographic analysis and its text representation by means of graphs, tables and maps.

Also, strategies for the preservation of the floristic diversity are established, considering the trend and the prognosis based in the transformation indicators, all of them represented in a cartographic model of zone delimitation.

All the 25 maps were performed in Geographical Information Systems (GIS) to ease the processes of spatial analysis. Finally, the hypothetical proposal is reviewed. The photointerpretation, field verification, ecological models of communities and plant species and the GIS tools and applications allow the spatial identification of endemic species and communities, as well as others that require special protection.

I.- INTRODUCCIÓN

Es conocida la función ecológica de estabilidad climática y recarga de acuíferos en las zonas boscosas de las partes internas de las regiones montañosas, sin embargo en la actualidad los recursos naturales que poseen están sometidos a una gran presión de uso por parte de los pobladores, locales o habitantes de las grandes urbes, que buscan medios para su sustento o las posibilidades de recreación que ofrecen los paisajes que en las se encuentran.

La región de la Sierra Madre Oriental perteneciente al municipio de Santiago, Nuevo León enfrenta una problemática similar, sus recursos vegetales están sometidos a procesos de deterioro causados por explotaciones no autorizadas de sus masas forestales, al cambio de uso de suelo de forestal agrícola o urbano, y al incremento en los incendios forestales. Las áreas ocupadas por las comunidades vegetales han cambiado en superficie, composición florística y en su estado fitosanitario lo que incrementa la sensibilidad de las comunidades a los ataques de plagas y enfermedades.

Para mitigar los efectos causados por el uso de los recursos naturales es necesario implementar acciones que permitan encontrar un balance entre el aprovechamiento y la conservación. El conocimiento de las características y distribución de los recursos, su relación con el medio físico, su estado de conservación y los factores de disturbio son las etapas iniciales en la búsqueda de alternativas de solución. El análisis de esta información en el tiempo nos presenta un panorama de las tendencias de los ecosistemas y su reacción a los fenómenos de disturbio.

La percepción remota y los sistemas de información geográfica son las herramientas adecuadas para obtener información actualizada y analizarla. Un

modelo de análisis cartográfico multitemporal utilizando cartografía existente o generada y fotografías aéreas o imágenes de satélite puede determinar las superficies ocupadas por cada comunidad vegetal a través del tiempo. En estos materiales de la misma manera se logra determinar el estado de conservación de la vegetación y su comparación multitemporal se efectúa un análisis de deterioro de las comunidades. Ambos análisis permiten realizar una zonificación y plantear sobre las zonas determinadas estrategias de conservación.

II.- OBJETIVOS

2.1.- OBJETIVO GENERAL

Presentar una propuesta metodológica para definir áreas susceptibles a ser protegidas empleando modelos de análisis espacial y el desarrollo de indicadores de transformación.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Caracterización del medio ambiente
- 2.- Análisis de la distribución de especies y comunidades vegetales
- 3.- Análisis retrospectivo de cambios en la vegetación
- 4.- Análisis de la conservación de las comunidades vegetales
- 5.- Determinación de indicadores de transformación
- 6.- Elaboración de un análisis florístico fitogeográfico
- 7.- Planteamiento de estrategias de conservación

III.- HIPOTESIS

H₀₁ Se presentan en la región condiciones ambientales favorables para el desarrollo de comunidades y especies vegetales de distribución restringida.

H₀₂ La distribución y el estado de conservación de las comunidades se ha deteriorado con el paso del tiempo.

H₀₃ La fotointerpretación, la verificación de campo, las herramientas y aplicaciones SIG permiten efectuar análisis espacial.

H₀₄ Mediante el análisis espacial, es posible elaborar modelos cartográficos que muestren la distribución y el estado de conservación o deterioro de especies y comunidades vegetales, derivando indicadores para caracterizar procesos de transformación.

IV. ANTECEDENTES

4.1.-FOTOINTERPRETACION, PERCEPCIÓN REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La fotointerpretación sigue siendo una herramienta indispensable en el análisis espacial para la exploración de recursos naturales y características físicas del territorio como lo muestran.

Jonhston et al., (1988), destacan la importancia de las herramientas “SIG” para la evaluación acumulativa de impacto ambiental al comparar datos ordenados en capas de diferentes años que pueden ser usados para desarrollar interrelaciones teóricas (modelos) entre la pérdida de los recursos y la degradación del medio ambiente. Este método consideró la fotointerpretación, el análisis estadístico multivariado y las técnicas SIG utilizadas para relacionar el presente y pasado de la abundancia de tierras inundables y la calidad del agua de los ríos.

Menéndez, (2000), en la identificación de patrones de fotointerpretación de los recursos naturales y antrópicos.

Biondini y Kandus, (2000), utilizaron fotografías aéreas escala 1:20,000 de 1990 y 1995 para detectar cambios en los ambientes naturales en las islas del frente del avance del delta del Río Paraná. Los cambios ocurridos se comparan con modelos teóricos previos, descriptivos de la sucesión vegetal.

4.1.2.- También para propósitos similares se combinan procesos de fotointerpretación, percepción remota y sistemas de información geográfica.

González (1996)., la estructura y dinámica de la vegetación secundaria de cinco predios.

Castillo, (1997), utilizó el procesamiento digital de imágenes de satélite, análisis cartográfico (edafología y uso del suelo y vegetación esc. 1: 50,000) y fotografías aéreas esc. 1: 75,000, determinó sitios con diferentes grados de productividad en áreas boscosas de *Pinus cembroides*.

Menéndez, *et al.*, (2000), en la caracterización de unidades de vegetación en el Río Lerma en República Argentina.

López *et al.*, (2000), Utilizaron cámara multispectral montada en una avioneta, acoplada con dos cámaras de video, obteniendo materiales digitales con alta resolución espacial y temporal para la actualización de mapas de vegetación.

Letourneau, *et al.*, (2000), realizaron un inventario forestal y de suelos, con el objetivo de disponer de información para la toma de decisiones de manejo forestal. Los resultados fueron digitalizados utilizando ERDAS y posteriormente integrados en SIG.

Cuello, *et al.*, (2000), a partir de la interpretación visual de imágenes SPOT/XS generaron cartografía temática forestal, de unidades boscosas nativas, a escala 1:100,000, orientada a la realización de un posterior inventario forestal

Perucca, *et al.*, (2000), evaluaron en Misiones, Argentina, la superficie ocupada por montes nativos compactos y montes nativos raleados, de menor vigor y menor cobertura del suelo. Utilizaron imágenes LANDSAT 5 T M con ERDAS IMAGINE 8.4.

4.1.3.- Se ha incrementado el uso de las imágenes Landsat MSS y NOAA/AVHRR, para detectar cambios en la cubierta vegetal.

Achard y Blasco (1990), utilizaron estas imágenes para detectar cambios en la cubierta vegetal.

Palmer (1990) y Tucker *et. al.*, (1991), para una identificación de comunidades vegetales y evaluación de procesos de desertificación en el sureste de África y en el desierto del Sahara.

Evans. (1992), elabora un mapa de vegetación de México.

Lozano *et. al.*; (1995), efectuaron evaluaciones de los impactos en los patrones de precipitación en la distribución de los bosques y en los ciclos agrícolas y la posible relación en un cambio en la temperatura de la tierra.

Gandini *et. al.*; (2000) con la utilización de NDVI (índice de normalidad de vegetación) para regionalización agroecológica en Argentina.

Manzo *et. al.*, (2000), también con este índice se han construido curvas de evolución temporal para diferentes coberturas vegetales correlacionando cambios fenológicos y las condiciones atmosféricas a través del tiempo.

Velasco, *et. al.*, (2000), presentaron los datos NOAA/AVHRR conjuntamente con interpretación de fotografías aéreas son utilizados para analizar el río Paraná en el entorno de las ciudades de Santa Fe y Paraná, se obtienen delimitaciones mas ajustadas de los bordes de los cuerpos de agua y con las fotografías aéreas se preparan mapas de zonas vulnerables o sobre las cuales se puede evaluar impacto.

4.1.4.- En forma similar, la percepción remota, la fotointerpretación y los sistemas de información geográfica son de gran ayuda en la detección y evaluación de incendios:

Hori *et al.*, (1998), identificaron y evaluaron regiones afectadas por incendios forestales en la sierra de Arteaga Nuevo León, México, mediante la utilización de imágenes de satélite TM y fotografías aéreas posteriores a las fechas en que sucedieron los incendios.

Kim, H, *et al.*, (2000), evaluaron las ventajas de usar SPOT 4 en el monitoreo de incendios forestales en Indonesia.

Treviño *et al.*, (2000), evaluaron y cuantificaron superficies incendiadas en el sur de Nuevo León, procesando imágenes LANDSAT TM de Mayo y Junio de 1998 se determinaron los tipos de vegetación, afectados donde actualmente (2002) se realizan para algunas de estas regiones labores de restauración ecológica. Reynero, *et al.*, (2000), evaluaron la pérdida relativa de biomasa vegetal por afección del fuego en pastizales naturales y su posterior recuperación en las sierras del sur de Córdoba Argentina, mediante el análisis digital de imágenes LANDSAT TM 5.

Martínez *et al.*, (2000), presentaron el sistema espacial denominado "Fuego", destinado a la detección temprana de incendios forestales y su seguimiento, facilitando oportunamente las labores de gestión de recursos y extinción. El sistema consta de 12 mini satélites de órbita baja. Cuentan con un instrumento formado por un haz de observación, dotado de mecanismos de apuntamiento y diferentes contrastes espectrales: infrarrojo medio, infrarrojo cercano, infrarrojo térmico y visible. Todo esto dentro de los programas de la Agencia Europea del espacio. (ESA).

Bhaskar Sunil (2002), con el objetivo de efectuar una categorización de riesgos de incendios, considera los niveles de riesgo auxiliares, en el entendimiento de la distribución espacial de áreas vulnerables y susceptibles para la asignación y movilización de recursos de auxilio en New South Wales, Australia. Esta publicación examina la integración de fotoimágenes aéreas ortorectificadas y de alta resolución, utilizando GIS en el desarrollo de metodologías para generar categorías de riesgos de incendios.

Martínez, (2002), evalúa la respuesta espectral de comunidades afectadas por incendios y su comparación con vegetación no afectada en la sierra El Alamo, Santiago Nuevo León.

Rullan, (2002), efectuó una evaluación comparativa de la vegetación en una zona serrana afectada por incendios en el municipio de Santiago, N.L. México, mediante

técnicas de detección de cambio con imágenes de satélite Landsat. Del 22 de abril de 1986 y del 9 de abril de 1993.

4.1.5.- En los últimos años, el uso de estas metodologías se han aplicado para el análisis de gran visión sobre el uso y vocación del paisaje como en estudios de ordenamiento territorial y planes de manejo.

Enkerlin *et al.*, (1994), desarrolló para la Dirección de Ecología del Municipio de San Pedro Garza García, N.L. el estudio de "Ordenamiento Ecológico del territorio municipal de San Pedro Garza García por medio de imágenes de Satélite", de 1973, 1980, 1986, 1991 y 1993.

García (1996), efectuó procesamiento digital de imágenes con la técnica de clasificación supervisada creando campos de entrenamiento con visitas de campo y utilizando el clasificador de máxima verosimilitud, para conocer el estado actual de la vegetación, proporcionando información sobre densidad, cobertura y área basal, para 14 tipos de cobertura vegetal. Adicionalmente estructura un Sistema de Información Geográfica para la zona de estudio con los principales aspectos geográficos y temáticos y, finalmente propone regiones de manejo que representa en un mapa de zonificación ecológica.

Cantú, *et al.*, (1997), digitalizaron cartografía de uso de suelo y vegetación de INEGI con el objetivo de analizar, y caracterizar ecológicamente y jerarquizar áreas naturales en el estado de Nuevo León susceptibles de incorporarse al régimen de conservación ecológica mediante la elaboración de planes de manejo. Curiel (1988), mediante la implementación de un SIG efectuó una zonificación de valores ecológicos a partir de funciones de SIG de superposición de zonificaciones primarias de vegetación – fauna – paisaje. Posteriormente se obtuvo una zonificación para el desarrollo considerando suelos – topografía – hidrografía. Finalmente con todo lo anterior, se establecieron zonificaciones de protección

forestal y de refugio de la fauna silvestre que constituyeron los elementos medulares del plan de manejo de esta área natural protegida.

Gobierno del Estado de Nuevo León, INEGI, SEMARNAT, I.T.E.S.M. (2000), participaron de manera coordinada en la redelimitación del "Parque Nacional Cumbres de Monterrey" y el establecimiento de 26 áreas naturales susceptibles de conservación ecológica en el estado de Nuevo León, utilizando ortofotografía digital, imágenes LANDSAT TM 2000 y trabajo de campo. Posteriormente Gobierno del Estado de Nuevo León y SEMARNAT en coordinación con instituciones oficiales y privadas concluyeron la elaboración de los planes de manejo del Parque Nacional Cumbres de Monterrey y las 26 áreas naturales. Palma, *et al.*, (2000), utilizaron los sistemas de información geográfica como herramienta para diseñar una estrategia de manejo de sitios frágiles en la Cordillera de los Andes, IX región de la Araucanía, Chile. Se plantearon un plan de ordenamiento territorial como estrategia gubernamental en la protección de los recursos naturales.

Palavecino, *et al.*, (2000), con el objetivo de iniciar un proceso de redefinición y ordenamiento del uso de la tierra, realizaron un levantamiento a nivel semidetalle de las distintas culturas establecidas en el municipio de El Dorado, Provincia de Misiones, Argentina. Utilizan LANDSAT TM 5, fotografías aéreas en blanco y negro, cartas topográficas y temáticas y trabajo de campo, elaborando cartas de vegetación, red hídrica y uso y cobertura del suelo a escala 1:50,000 acompañados de gráficas y tablas.

Franklin Stephenson (2002), utilizaron procesamiento de imágenes de satélite y modelos de gradiente ecológico como modelos cartográficos en sistemas de información geográfica, para producir mapas digitales regionales para el US FOREST SERVICE en el sureste de California. Las bases de datos creadas pueden ser usadas para un gran número de análisis de administración y planificación de recursos naturales.

Kumar Varna y Deva. (2002), utilizaron la tecnología GIS en el departamento forestal Karala, India con la asistencia del Banco Mundial en la preparación de planes de manejo, diferenciando: La delimitación de áreas ambientales degradadas y en proceso y el desarrollo de modelos para ubicar posibles centros de actividad económica para disminuir la presión al medio ambiente. La delimitación de estas áreas sensibles consideró criterios de: degradadas, semidegradadas y no degradadas. En comparación con el presente trabajo existe similitud en varios aspectos, uno de ellos es nuestra delimitación de regiones en estado ecológico 3,2,1 utilizando criterios similares.

4.1.6.- En trabajos más automatizados de respuesta rápida, disminuye la aplicación de la fotointerpretación como en algunos procesos de actualización cartográfica.

R. Valenzuela y Baumgardner (1993), proporcionan una guía para la selección del tamaño de celda apropiado, mediante la evaluación de dos tipos de errores de procesamiento de mapeo (de posición) y de inventario (áreal) y que resultan de un proceso de conversión de estructuras vectoriales en estructuras de celdas (rasterización). Cuando se trabaje con mapas temáticos recomiendan usar celdas de 0.5 mm. x 0.5 mm. y 3 x 3 mm. en el mapa.

Nobuhiro, (2000), presentó un prototipo desarrollado con auxilio de computadora para la actualización de mapas, sobreponiendo una imagen al mapa e identificando las diferencias, ajustando métodos para determinar los parámetros de transformación geométrica, técnicas de procesamiento de imágenes y métodos para la exportación de las actualizaciones en formato DXF.

Hasegawa, y Nobuhiro, (2000), elaboraron un sistema de actualización de mapas de carreteras con la utilización de imágenes de satélite y procesos de percepción remota.

Vergara, *et al.*, (2000), utilizaron LANDSAT TM BGR234 y HRV-SPOT para la actualización de cartas topográficas a escala 1:50,000 y 1:100,000 a partir de la sobreposición imagen/carta y la extracción geométrica de la información.

4.1.7.- Algunas aplicaciones en hidrología.

Treviño *et al.*, (2000), considera a las cuencas hidrológicas como unidades mínimas de manejo determinaron el volumen medio escurrido en la Sierra de "San Carlos", Tamaulipas, México, para lo cual se caracterizó el medio físico y biológico de la subcuenca procesando una imagen LANDSAT TM para actualizar la cartografía de uso del suelo utilizando además las cubiertas de edafología y topografía derivadas de la cartografía de INEGI, procesaron datos meteorológicos obtenidos de estaciones cercanas y finalmente modelaron espacialmente los coeficientes de escorrentía.

Degioanni, *et al.*, (2000), delimitaron unidades territoriales para el manejo de excedentes hídricos en un sector representativo de las llanuras mal drenadas del sudeste de la Provincia de Córdoba, Argentina. Se integraron y analizaron en un SIG la información del mapa de suelos y la obtenida mediante el procesamiento digital de imágenes LANDSAT TMS. Las unidades delimitadas fueron: lagunas permanentes, lagunas transitorias, tierras mal drenadas, tierras imperfectamente drenadas y tierras bien drenadas.

Brenda *et al.*, (2000), emplearon como información base el modelo numérico del terreno calculado a partir del mapa topográfico y la imagen LANDSAT TM correspondiente a la cuenca del Río Coyuca, en el estado de Guerrero, México. Se obtuvieron mapas hidrográficos, de uso actual del suelo, de riego, de erosión, de fuentes de contaminación puntual y difusa finalmente utilizados en la evaluación ambiental del embalse.

Bruno, *et al.*, (2000), mediante la aplicación de tecnología de SIG elaboran bases para el ordenamiento del territorio considerando en primera instancia los riesgos

que se derivan de escurrimientos torrenciales con efectos de erosión hídrica, anegamientos e inundaciones y la disminución de la productividad por efecto de la degradación de los suelos, atendiendo el desarrollo sustentable de la cuenca hidrográfica.

4.1.8.- Algunas de las funciones de SIG muestran sus bondades para el análisis espacial en la determinación de unidades del paisaje.

Fuller *et al.*, (1994), en base a los métodos de clasificación supervisada y el algoritmo Bayesiano de máxima verosimilitud aplicados en imágenes Landsat T.M. desarrollaron un mapa de tipos de cobertura del terreno en la Gran Bretaña. Da Silva De Sousa, y Florenzano. (2000), en la clasificación de formas del terreno a partir de imágenes LANDSAT TM y operaciones de álgebra de mapas.

Bono, *et al.*, (2000), en la generación de un mapa de ambientes mediante una interpretación visual de imágenes LANDSAT TM.

Carñel, *et al.*, (2000), efectuaron una zonificación preliminar para un SIG en la cuenca del Río Uruguay en Entre Ríos (Argentina). Incluyendo en el SIG el procesamiento de imágenes, vectorizaciones y bases de datos en Carta Linx y ARC/VIEW y Georeferenciación en el sistema de proyección de Gaus Kruger Faja 5.

Del Valle, *et al.*, (2000), evaluaron de recursos naturales, específicamente en estudios de rehabilitación de áreas perturbadas por la actividad petrolera en el norte de la Patagonia, Argentina.

Ramos, (2000), planificación del uso de la tierra (ordenamiento territorial) y manejo forestal del bosque tropical en Venezuela.

Escobar (2000), en la elaboración de una guía para la planificación de los procesos físicos, sociales, económicos y culturales en el desarrollo de Génova, Quindio, Colombia. (Ordenamiento territorial).

Ayesa, J. *et al.*, (1999), en la interpretación de paisajes para la determinación de aptitudes forestales y pastorales en el noreste de Patagonia, Argentina.

4.1.9.- El procesamiento de imágenes y su incorporación en SIG, ha sido de gran utilidad en la clasificación y cartografía de la vegetación como lo mencionan:

Delthier. (1974), efectuando análisis de imágenes ERTS1 y barredores multiespectrales implementó una metodología para identificar cambios fenológicos de gran visión, llamados OLA VERDE (desarrollo de la vegetación) para comunidades arbóreas y tipos de cultivos.

Lozano. (1981), elabora la cartografía de uso actual del suelo en la cuenca de Perote Libres, (Veracruz – Puebla) diferenciando bosques, matorrales, cultivos y lagunas, correspondientes a 10 clases espectrales.

Justice *et al.*, (1985), Presentaron un análisis también de gran visión de los cambios fenológicos de la vegetación durante abril de 1982 a enero de 1983 para bosques en Brasil, productividad de pastizales en África, bosques tropicales en la India y zonas agrícolas de China.

Treviño (1992), constituye uno de los primeros trabajos de gran relevancia en la utilización de la percepción remota y su integración en SIG a nivel local y regional, en un trabajo de aplicación de imágenes de satélite en cartografía de vegetación. Posteriormente el mismo autor en (1996), efectuó una evaluación de los cambios en el uso y ocupación del suelo (en el municipio de Linares, N. L.) para un período de 1 año (1993-1994), utilizando el procesamiento digital de imágenes con clasificación no supervisada.

González (1995), para el Parque Nacional “Cumbres de Monterrey” presenta una metodología para clasificar la cobertura vegetal de regiones montañosas con la utilización de imágenes de satélite y la integración de análisis de los principales factores abióticos por medio de Sistemas de Información Geográfica.

Hori (1998), utiliza la clasificación y análisis multitemporal de imágenes de satélite (Landsat TM del 9 de abril de 1993 y 6 de enero de 1994, y spot multispectral del 17 de octubre de 1995) para una clasificación más precisa de la vegetación incorporando comportamiento fenológico.

Trindade *et al.*, (2000), diseñan una arquitectura de red neural artificial para la cartografía de la vegetación natural de una área de protección ambiental localizada en Paranapanema, SP, Brazil. Identificaron cuales tipos de vegetación son similares en relación a las características consideradas en la clasificación para poder auxiliar en la definición de nuevas clases representadas por las áreas de transición así como indicar cuales clases pueden ser confundidas porque presentan características similares.

Di Leo *et al.*, (2000), aplican imágenes de satélite y SIG en el mapeo de comunidades vegetales en una zona de estudio caracterizada por la dificultad de acceso hacia algunos sectores, ubicada en la laguna de Cristal, en Santa Fe, Argentina.

De Pietri, y Haydee (2000), muestran las ventajas de la teledetección en la distribución y características de la vegetación urbana en Buenos Aires, Argentina. Analizando tres procedimientos con la utilización de datos satelitales Landsat T.M. y Spot: 1- Combinación de índices de vegetación 2- Transformación Tasseled Cap y 3- Fusión de datos. La Zonificación obtenida por las bandas Tasseled Cap presenta el menor error.

Aceñolaza *et al.*, (2000), determinan las características regionales de la cobertura de vegetación para dos áreas protegidas del noroeste Argentino a partir del índice de vegetación NDVI proveniente de un imagen Landsat TM de 1998.

Sánchez (2000), aplicó información satelitaria y técnicas de interpretación en el estudio de la cobertura y uso del suelo de la franja costera de la Republica de Ecuador.

4.1.10 Algunas aplicaciones en estudios de vegetación, cambios de la cobertura vegetal uso del suelo y cartografía.

Palacio *et al.*, (1992), en un trabajo de zonificación de magnitudes de tormentas, caracterizaron las tormentas máximas en 24 horas en México, con base en la digitalización, rasterización y sobreposición de mapas publicados por la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SARH, 1976), En el mapa resultante zonifican cinco clases de magnitudes de tormentas para siete períodos de retorno. La topografía del país, así como la influencia de ciclones y tormentas tropicales se relacionan estrechamente con los resultados presentados.

Treviño (1997), Presenta una propuesta metodológica utilizando procesamiento digital de imágenes, para determinar la condición de los bosques de *Pinus cembroides* También con el apoyo de la estratificación de la información y la aplicación de un SIG.

INEGI- (Valdez T. V.), (1998), efectúan un análisis de los cambios de la cubierta vegetal en un período de 20 años (1975 – 1995) aplicando procesos de fotointerpretación comparativa en fotografías aéreas e imágenes de satélite. Dalledonde y Dalton (2000), en el desarrollo de una metodología basada en el análisis de sensores remotos y datos cartográficos para el diagnóstico del estado de preservación y cobertura vegetal de regiones montañosas de Parque Nacional Da Serra Da Bocaina Brazil.

Paranhos, *et al.*, (2000), interpretando a través de análisis multitemporal imágenes Landsat T. M. detectaron cambios en la cobertura de uso del suelo para la base del río Taquarizinho en Brasil en un período de 30 años.

Simoës, *et al.*, (2000), utilizando imágenes de 1996 y 1999 para una región con acentuado proceso de degradación ambiental experimentan un método híbrido: Máxima probabilidad de red Neural Feed forward y Back-Propagation, concluyendo que los experimentos realizados, indican una clara superioridad del clasificador neural.

De Albuquerque, et al., (2000), analizan algunas limitaciones y posibilidades reales en el manejo de la herramienta de clasificación aplicada en dos áreas distintas: La ocupación humana en el bosque amazónico (RO) y la intensa urbanización del área original de Mata Atlántica (RJ) ambas en bosques tropicales húmedo en Brazil.

Salvatierra, (2000), utiliza imagen Landsat T. M y Spot 1989 y 1996 en un SIG para un estudio del ecosistema de manglar en la franja de Marroquillo Colombia, con el objetivo de proporcionar los principios básicos que soporten la toma de decisiones y el desarrollo sostenible de la región.

Verástegui, J., et al., (2000), estimaron los cambios en uso de suelo ocurridos entre 1970 y 1996 con la utilización de imágenes Landsat T. M. y la diferencia entre el índice de diferencias normalizadas (NDVI) y por medio del análisis de componentes principales, concluyendo que en 26 años la deforestación en el área de estudio se ocasionó por la finalidad de la incorporación de áreas de vegetación natural para la producción agrícola y en menor grado del crecimiento de las manchas urbanas.

Salinas y Treviño (2000), evaluaron los impactos ocasionados por el hombre en la zona centro del estado de Tamaulipas noreste de México al modificar la cobertura de uso de suelo y vegetación y su relación con la distribución de la radiación solar latente y calor sensible. Consideraron un período de referencia de 28 años para la información climática y para el SIG utilizaron una serie de tiempo de imágenes Landsat de período de 1973 a 1998 para observar los cambios en la cubierta vegetal. Encontraron evidencias de que en algunas áreas la redistribución del calor cambió el microclima, ocasionando desertificación y alteración en la producción biológica primaria.

Di Leo, (2000), presentaron una comparación de los índices de vegetación: Cociente simple IR/R (SR), índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), índice de vegetación de A. Shbrun (AVI) índice de vegetación transformado de

Thima (TTVI) para la diferenciación de coberturas terrestres en Santa Fe Argentina. Utilizaron imágenes Landsat V de 1999.

Castro et al., (2000), desarrollaron el software: Telesat, Sistema para el seguimiento y análisis de tierra mediante teledetección con la función principal de terminar con datos Raster, los cambios suelos vegetación, su ubicación y cuantificación, así como permitir el conocimiento espacial de estos cambios, su distribución continuidad y tamaño.

Muñoz y Treviño (2000), efectuaron una evaluación de combustibles forestales a través de índices de vegetación y ortofoto utilizando: Un método de Projective Transformation and Relief Displacement Correction (Ilwis V.2.2), un análisis entre los valores espectrales obtenidos por el sensor T. M. y la cantidad de combustible del modelo de procesamiento de imágenes generaron la transformación Tasseled cap obteniendo los componentes de verdor, humedad y brillantez de utilidad en la determinación de la cantidad de combustible.

Arqueros et al., (2000), determinaron diferentes tipos de bosques de Ñire (*Nothofagus antártica*) a partir de la utilización de imágenes Landsat T. M. fotografías aéreas y validación de campo en el parque Nacional Lanin, Argentina.

Kurtz et al., (2000), resumen el comportamiento espectral de los montes forestales de *Eucaliptus grandis*, *Pinus elleoti* y *Pinus taeda* de la cunca del Uruguay, corrientes Argentina concluyen que la mayor reflectancia de los montes de *E. grandis* para la banda y en todas las edades consideradas, permite separar estos montes de los pinos y se corrobora la idea de que la estructura foliar, independientemente de la edad entre otros factores, permiten esta discriminación diferencial.

Park (2002), muestra el uso de un modelo semántico (USM) para capturar datos geográficos espaciales y temporales como todo un comportamiento dinámico de objetivos espaciales. El desarrollo del USM es un proyecto multidisciplinario para resolver problemas del medio ambiente para análisis de sistemas ecológicos como

currículo desarrollado en la Universidad de Arizona, puede ser usado para resolver problemas en otros campos.

El grupo de trabajo de Natural Resource Ecology Lab. De Fort Collins Colorado (NREL). (2002), desarrollaron la aplicación de una base de datos en Ms-Access con herramientas para la conversión, consulta y mapeo para analizar proyectos basados en muestreos de campo de vegetación.

Schmidt Cornelia. (2002), de Swiss Reinsurance Company, elabora un atlas de peligros naturales, "Worldwide Natural Hazard Atlas" utilizando investigaciones y análisis GIS. Swiss Reinsurance desarrolla el servicio como Catastrophe Network (CatNet) y disemina la información hacia otras aseguradoras e instituciones referente a: Peligros Naturales, Riesgos Sísmicos, Vulcanismo, Riesgos por Vientos y Riesgos de Inundaciones.

4.2 FLORISTICO-BOTANICOS

Andresen, y Beaman. (1961), describen una nueva especie de Pino del Cerro del Potosí, (*Pinus culminicola*) el cual se presenta también en el municipio de Santiago, N.L., y constituye dentro de su distribución endémica (islas) su cuarta localidad mencionada hasta la fecha.

Martínez, (1963), describe una nueva especie de *Picea* (*Picea mexicana*) que se encuentra en el municipio vecino de Rayones, N.L. Posteriormente

Taylor et al., (1980), la reducen al status de variedad como *Picea engelmannii* var. *mexicana*. Este taxón fué colectado en el lugar conocido como "El Tarillal" en 1976 y en 1997 se considera desaparecida ya que no se ha observado en las exhaustivas caminatas efectuadas en esa localidad.

Capó Arteaga, (1972), realiza "Observaciones sobre la Taxonomía y Distribución de las Coníferas de Nuevo León" en donde desde el enfoque fitogeográfico destaca entre otras cosas.

- Primeros registros para el estado de Nuevo León de *Cupressus lindleyi* Klostch, *Abies durangensis* var. *coahuilensis* Mtz. y *Taxus globosa* Schlecht.

- Nueva localidad (segunda para 1972) en la distribución geográfica de *Pinus culminicola* en la Sierra de la Marta (límites Coah. y N.L.).

Vargas López, (1973), menciona localidades de Santiago, N.L. en su "Estudio taxonómico de los líquenes más comunes del centro del estado de Nuevo León".

Valdez (1981), ha publicado diversos tópicos, principalmente botánicos del área de estudio destacan aspectos: Cartográficos, Florístico-Ecológicos, descriptivos de tipos de vegetación, de distribución de Coníferas y de Encinos, Descripciones Botánico-Ecológicas de especies de Encinos.

Valdez y Aguilar (1983), en el género *Quercus* en las unidades fisonómico-florísticas del municipio de Santiago, N.L., presenta la distribución tan solo en este municipio de 20 especies de encino lo que pudiera constituir más del 70% del total estatal. Actualmente se han localizado dos especies adicionales: *Quercus sillae* y *Quercus elliptica*.

Aguirre (1983), destaca que el municipio de Santiago, N.L. es el más rico en distribución de especies con el 69.30% del total, menciona 8 géneros como nuevos registros para el estado, los cuales también se distribuyen en el municipio, de hecho dos de ellos presentan exclusividad en Santiago, N.L.

Flores Olvera. (1983), menciona aspectos importantes en la distribución y ecología de *Pinus Cembroides* e incluye a Santiago en su área de estudio.

Cabral (1984), desarrolla su trabajo de carácter taxonómico-florístico en donde destaca la presencia de probables nuevos registros: un género y 29 especies de gramíneas y un género y 16 especies de Cyperaceas.

Nájera. (1997). elabora un trabajo de caracterización ecológica del "Parque Ecológico Chipinque" para el diseño y operación de programas de conservación y manejo integrado además en programas de educación ambiental, interpretación, recreación e investigación.

Cornejo (1998), presenta una propuesta de un plan de manejo en el Parque Ecológico Chipinque para lograr la conservación de la integridad ecológica, identificar las partes vulnerables, establecer lineamientos para la restauración, diseñar un subplan de protección para los visitantes y establecer un modelo para orientar la operación hacia la autosuficiencia económica.

Gutiérrez Lobatos, *et al.*, (1999), realizaron investigaciones en especies de *Crataegus* principalmente en los aspectos de botánica, distribución, diversidad, ecología, anatomía, biología reproductiva, fisiología, fisicoquímica y otros.

Foroughbakhch, R. *et al.*, (2001), evaluaron 15 especies indígenas e introducidas susceptibles para deforestación y agroforestería en el noreste de México.

V.- CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

5.1.- Localización

El municipio de Santiago, N.L. se encuentra situado en la porción central del estado de Nuevo León y la cabecera municipal aproximadamente a 33 km. al sureste de Monterrey. (mapa 1). Su contorno es irregular pero en general es alargado en dirección este-oeste.

Su ubicación geográfica esta dada por las siguientes coordenadas geográficas extremas: Al norte 25° 31', al sur 25° 13' de latitud norte; al este 100° 02', a oeste 100° 32' de longitud oeste. Colinda al norte con los municipios de Santa Catarina, Monterrey y Cadereyta Jiménez; al este con los municipios de Cadereyta Jiménez y Allende; al sur con los municipios de Allende, Montemorelos, Rayones y el estado de Coahuila de Zaragoza; al oeste con el estado de Coahuila de Zaragoza y el municipio de Santa Catarina. Representa el 1.6% de la superficie del estado.

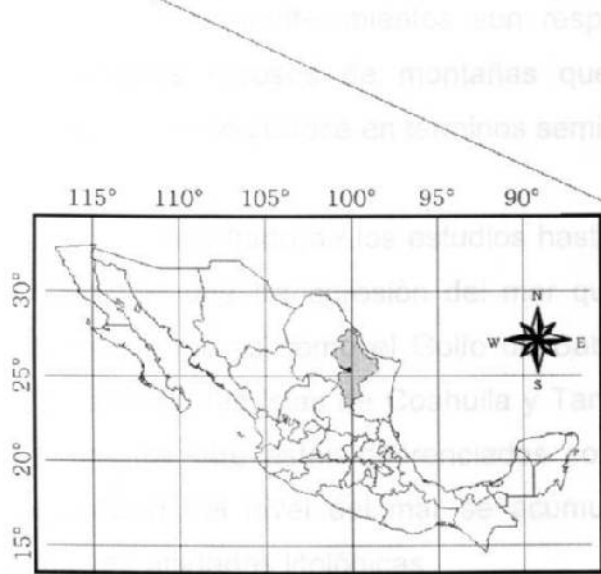
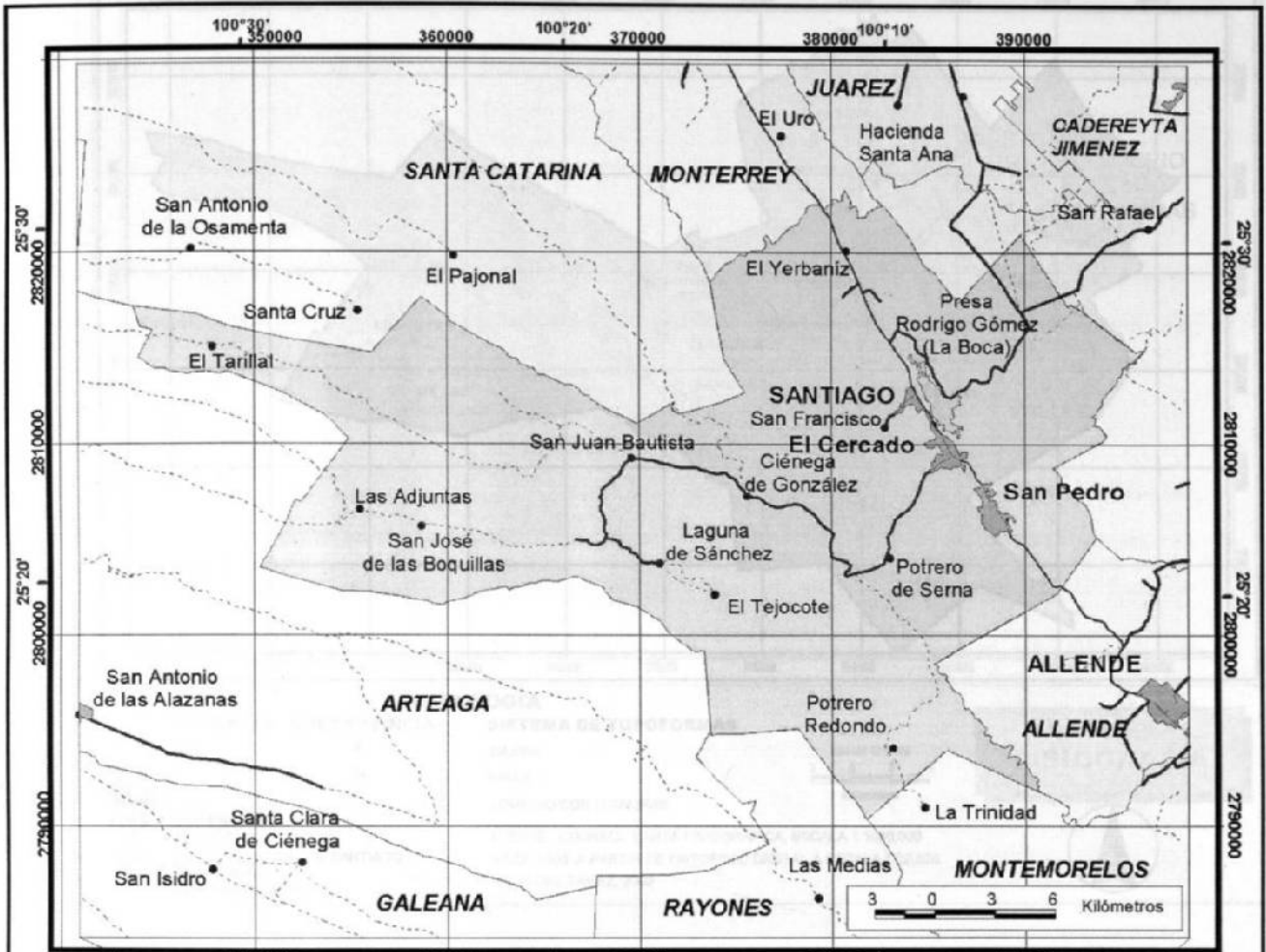
5.2.- Fisiografía

De acuerdo a la Carta Fisiográfica de INEGI esc. 1:1,000,000 la región de estudio se encuentra en dos provincias fisiográficas (mapa 2), Sierra Madre Oriental y Grandes Llanuras de norteamérica. La primera con la subprovincia Gran Sierra Plegada y esta a su vez con los sistemas de topofomas: sierra con el 83.29% de la superficie general y valle con el 10.7%. La segunda provincia presenta la subprovincia: llanura y lomeríos y el sistema de topofomas lomerío con llanuras con una superficie del 6.00%.

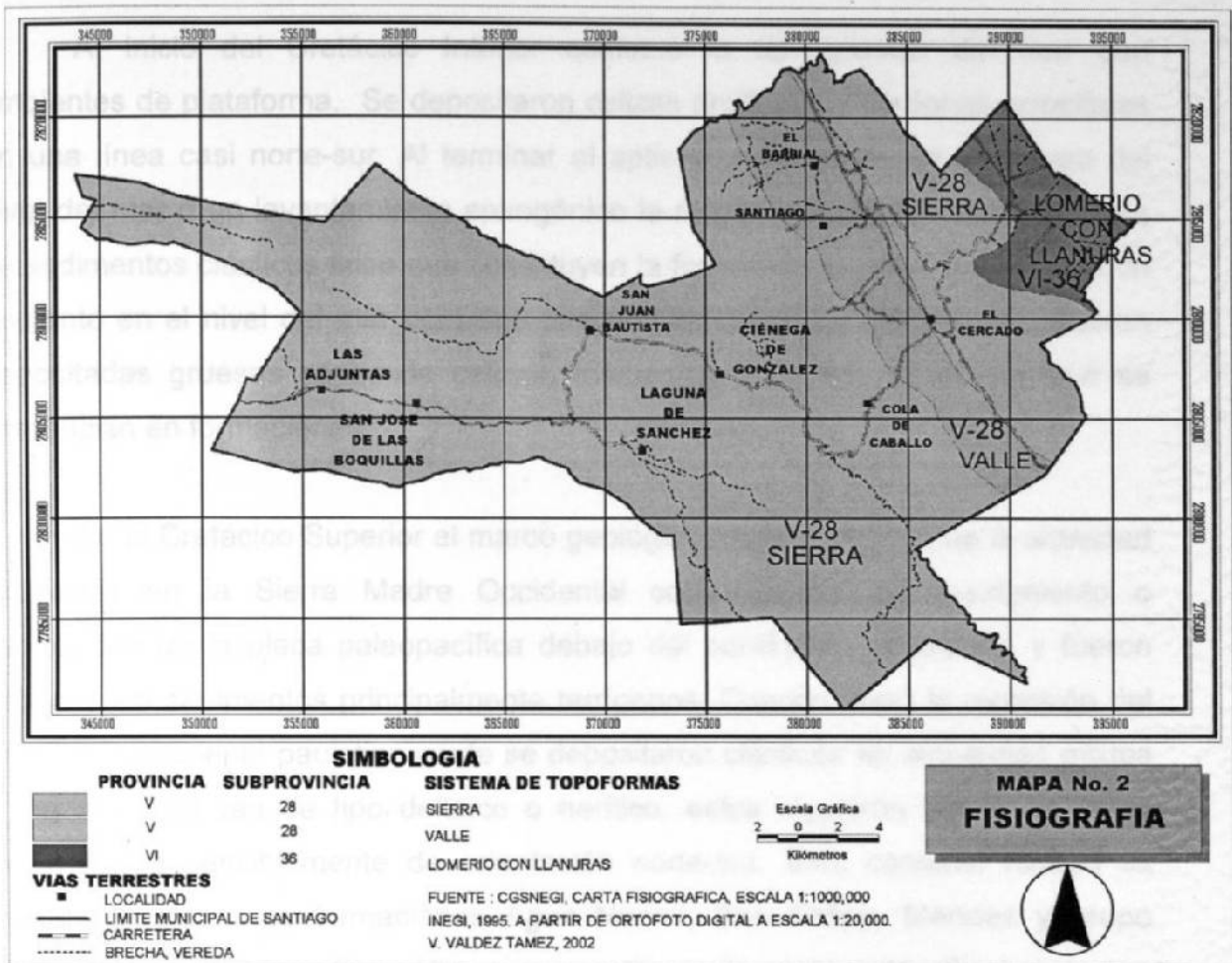
5.3.- Geología Histórica*

En este municipio se observan los acontecimientos que durante millones de años han moldeado el globo terrestre, dándole su fisiografía actual. Como testigos afloran rocas cuya edad oscila del Jurásico tardío al reciente.

* INEGI, (V. VALDEZ T.) 1998. Carta de Transformación de la Cubierta Vegetal



**MAPA No. 1
LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO**



Estos acontecimientos son responsables de que aquí existan grandes volúmenes rocosos de montañas que contrastan con estrechos valles cuya información se conoce en términos semidetallados.

El resultado de los estudios hasta ahora realizados indica que en la región aconteció una transgresión del mar que iniciara en el Jurásico Superior, formó extensos mares como el Golfo de Sabinas y quedaron remanentes cuerpos de tierra como las Islas de Coahuila y Tamaulipas. Fueron depositadas evaporitas y terrígenos que están diferenciados como formaciones litoestratigráficas; con la elevación del nivel del mar se acumularon carbonatos arcillas y clásticos de nuevas unidades litológicas.

Al inicio del Cretácico Inferior continuó la transgresión del mar con ambientes de plataforma. Se depositaron calizas arcillosas y cordones arrecifales en una línea casi norte-sur. Al terminar el aptiano a causa de un descenso del nivel del mar o un levantamiento epirogénico la región es cubierta por una capa de sedimentos clásticos finos que constituyen la formación la peña. Enseguida un aumento en el nivel del mar ocasionó una amplia cobertura continental. Fueron depositadas gruesas capas de calizas, evaporitas y calizas arrecifales que se diferencian en formaciones.

En el Cretácico Superior el marco geológico que predominó fue la actividad orogénica en la Sierra Madre Occidental consecuencia del hundimiento o subducción de la placa paleopacífica debajo del continente americano y fueron depositados sedimentos principalmente terrígenos. Cuando inició la regresión del mar hacia el oriente paulatinamente se depositaron clásticos en ambientes mixtos o marinos que van de tipo deltaico o nerítico, estos siguieron líneas de costa secuenciales sensiblemente de orientación norte-sur. Este conjunto rocoso es representado por las formaciones Agua Nueva, San Felipe, Méndez y grupo difunta, principalmente. Esta última se constituye de sedimentos flisch que son derivados antes de un plegamento.

Este latir tectónico al iniciarse la era Cenozoica, en el Eoceno, se denomina orogenia laramide. Siguió manifestándose en el retiro de los mares del continente y moviendo por gravedad la secuencia rocosa que ahora es la Sierra Madre Oriental, que se deslizó en la superficie continental aprovechando la fragilidad de rocas evaporíticas jurásicas, siendo solamente detenida, plegada, cabalgada y fallada, por grandes cuerpos de tierra o islas de Coahuila y Tamaulipas.

Este es el origen de los gruesos volúmenes de rocas calcáreas y lutíticas mesozoicas flexionadas bruscamente, que caracterizan la Sierra Madre Oriental

en el NE. de México y del que una parte significativa esta incluido en esta región de estudio.

En el resto del Eoceno, durante el Oligoceno y el Mioceno en franca regresión se desarrollaron sistemas deposicionales mixtos con pulsaciones del nivel del mar. Estos depósitos detríticos tuvieron su origen en condiciones sedimentológicas de ambientes neríticos-batiales y barras costeras progradantes.

El magnetismo en este período dio en consecuencia el emplazamiento de rocas intrusivas en el núcleo de plegamientos. Estos representan el fenómeno de subducción (placa moviéndose abajo del continente) que ocurrió en el occidente de México.

Durante el cuaternario el relieve fue moldeado por la actividad erosiva formándose depósitos aluviales, de relleno, pie de monte y cobertura.

Podemos observar en áreas montañosas de Monterrey la explotación a gran escala a cielo abierto de canteras para la industria de la construcción, principalmente. Aquí están instaladas millonarias cementeras, graveras, marmoleras, cerámicas, etc. Esta actividad y pasión por los minerales no metálicos no es tan escasa, enfoca su investigación a una actividad de la industria química, derivados para rebosamiento, reforzamiento y confort interno y externo de viviendas y edificios, etc.

Adicionalmente al conocimiento de los resultados de PEMEX-exploración que ha perforado y sellado pozos exploratorios esporádicos, donde por el conocimiento de otros adyacentes se puede concluir la existencia de manifestaciones de petróleo y gas.

5.4.- Geomorfología

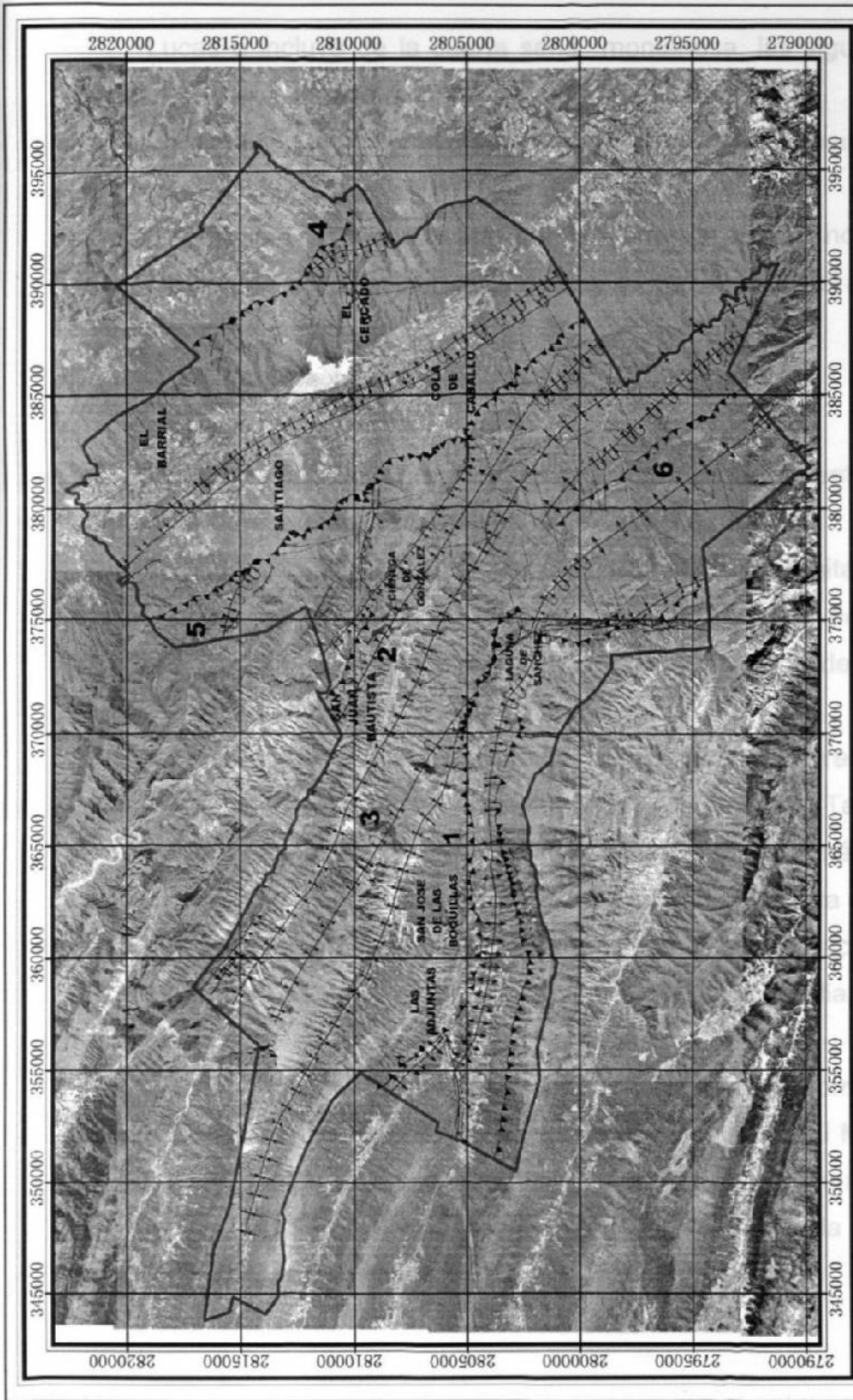
La zona de estudio queda enclavada en su mayor parte dentro de la Sierra Madre Oriental, en su porción transversal. El origen de ésta es sedimentario y su configuración data del Cretácico. Geomorfológicamente está constituida por una serie de anticlinales y sinclinales que se enlistarán enseguida de oeste a este y de sur a norte. (mapa 3)

En su límite suroeste se encuentra el anticlinal "El Chorro", formado por 2 cadenas montañosas y una pequeña porción de la sierra de enmedio (sierra Rancho Nuevo). Sólo la exposición norte de la primera cadena montañosa se incluye dentro del municipio y se compone de las siguientes secciones: sierras La Viga, Potrero de Abrego, El Muerto y la Cebolla. La otra cadena montañosa está configurada por las siguientes porciones: sierras Rancho Nuevo, El Álamo, San Isidro, La Laguna, Mauricio, Cerro la Esperanza y Sierra Nogales. En la sierra La Laguna ocurre la unión con otro anticlinal llamado Santa Cruz, pero se continúa con el nombre anterior. Este anticlinal descrito, a la vez que es el más extenso transversalmente, es el más erosionado y su eje propuesto es la línea que separa las dos series montañosas anteriores y pasa cerca de los siguientes poblados: San José de las Boquillas, San Isidro, Laguna de Sánchez, El Tejocote y Potrero Redondo.

Posteriormente se halla un sinclinal que incluye algunos lugares como son: El Tarillal, El Tejocote, El Manzano, Agua Fría, Cañón del Álamo y Cañón de la Boca.

Hacia el norte el siguiente fenómeno geomorfológico es el anticlinal Santa Cruz, formado por la sierra El Tarillal y San Juan Bautista.

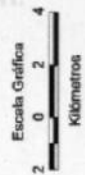
Después del sinclinal que se forma en el Cañón de San Juan Bautista, se encuentra el tercer anticlinal comprendido dentro del área de estudio llamado San



MAPA No. 3
GEOMORFOLOGIA

VIAS TERRESTRES

- LOCALIDAD
- LIMITES MUNICIPALES DE SANTIAGO
- CARRETERA
- BRECHA, VEREDA



SIMBOLOGIA ESTRUCTURAS

- 1.- EL CHORRO
- 2.- SANTA CRUZ
- 3.- SAN LUCAS
- 4.- LA SILLA
- 5.- LOS MUERTOS
- 6.- MAURICIO

FUENTE : INEGI, 1995. A PARTIR DE ORTOFOTO DIGITAL ESCALA 1:20.000
CARTOGRAFIA GEOLOGICA, ESCALA 1:50.000
V. VALDEZ TAMEZ, 2002

- ANTICLINAL
- ANTICLINAL RECUMBENTE
- FALLA INVERSA
- FALLA NORMAL
- FALLA DE RUMBO
- FRACTURA
- SINCLINAL
- SINCLINAL RECUMBENTE

Lucas e incluye de la cuarta serie montañosa, las siguientes divisiones: Sierras Potreritos y San Cristóbal, cerros Nicho y el Borrado.

La porción sur del anticlinal de los Muertos se encuentra también en Santiago, N. L.

El anticlinal la Silla formado por la sierra del mismo nombre es el último accidente geomorfológico sobresaliente que se encuentra en el área en cuestión.

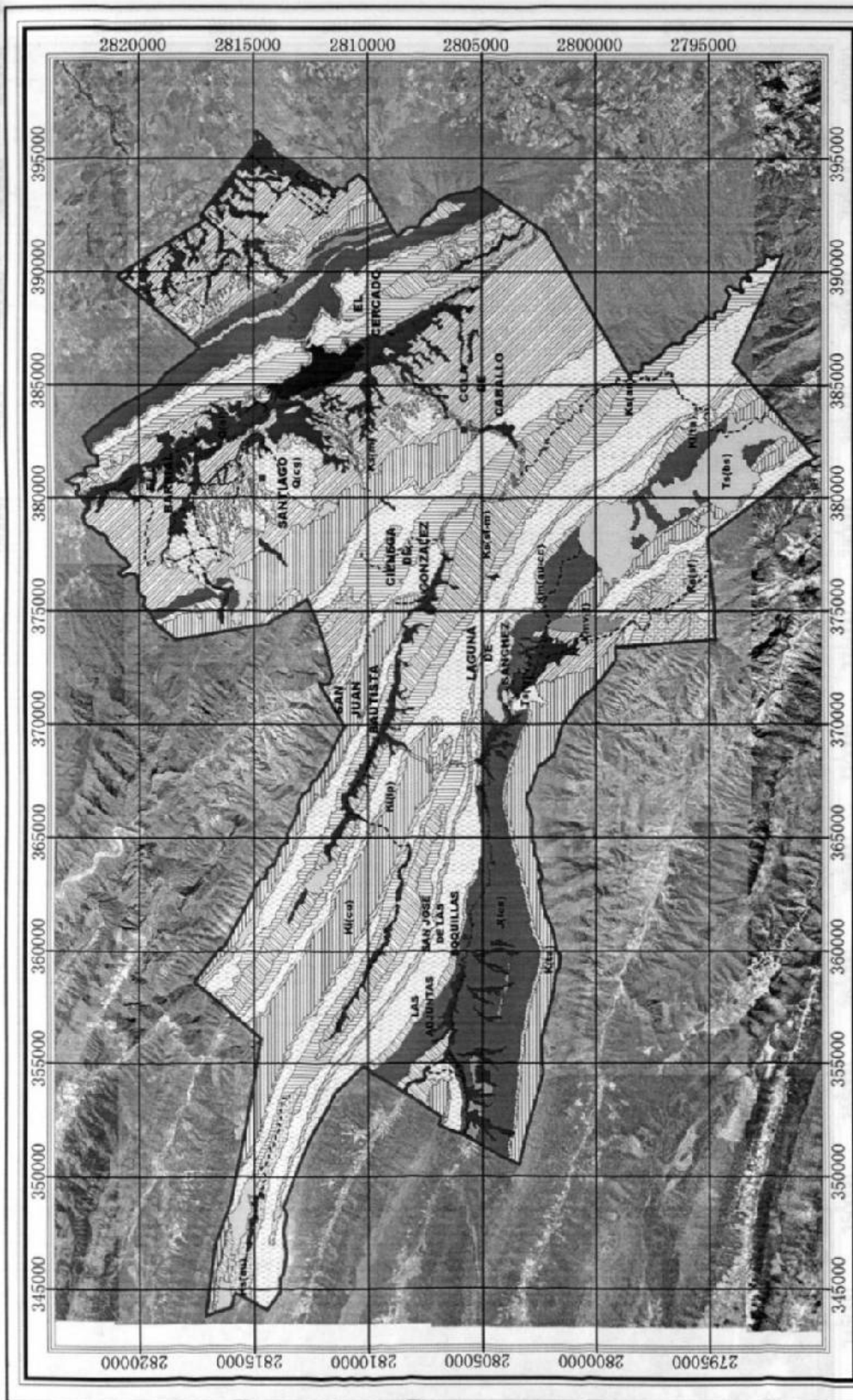
5.5 Geología y Litología

Dentro de la zona de estudio se presentan repetidamente del Mesozoico y Cenozoico las siguientes formaciones: (mapas 4 y 5)

Del Jurásico afloran las formaciones Zuloaga y la Casita: la primera forma algunos pequeños lomeríos de Calizas al oeste de San José de las Boquillas y la segunda, constituye la mayor parte de la exposición norte de la sierra La Viga, litológicamente compuesta de lutitas y areniscas.

Se encuentra del Cretácico Inferior, aproximadamente trescientos metros de estratos de calizas y lutitas, constituyendo la formación Taraises que aflora también en la exposición norte de la sierra La Viga; además las formaciones calizas, Cupido y la Peña que dan el relieve a la parte más alta de las sierras. Por último, de la porción superior del Cretácico Inferior las formaciones de calizas y lutitas Aurora y Cuesta de Cura, presentes a una altura media en la mayor parte de las sierras.

En su porción basal, el Cretácico Superior muestra la formación caliza Agua Nueva, que aflora típicamente en la localidad denominada El Manzano, (al oeste de Cola de Caballo) y también en la sierra La Silla. A continuación se encuentra la formación San Felipe, topográficamente situada abajo de la anterior y formada por calizas y lutitas.



MAPA No. 4
GEOLOGIA

V. VALDEZ TAMEZ, 2002

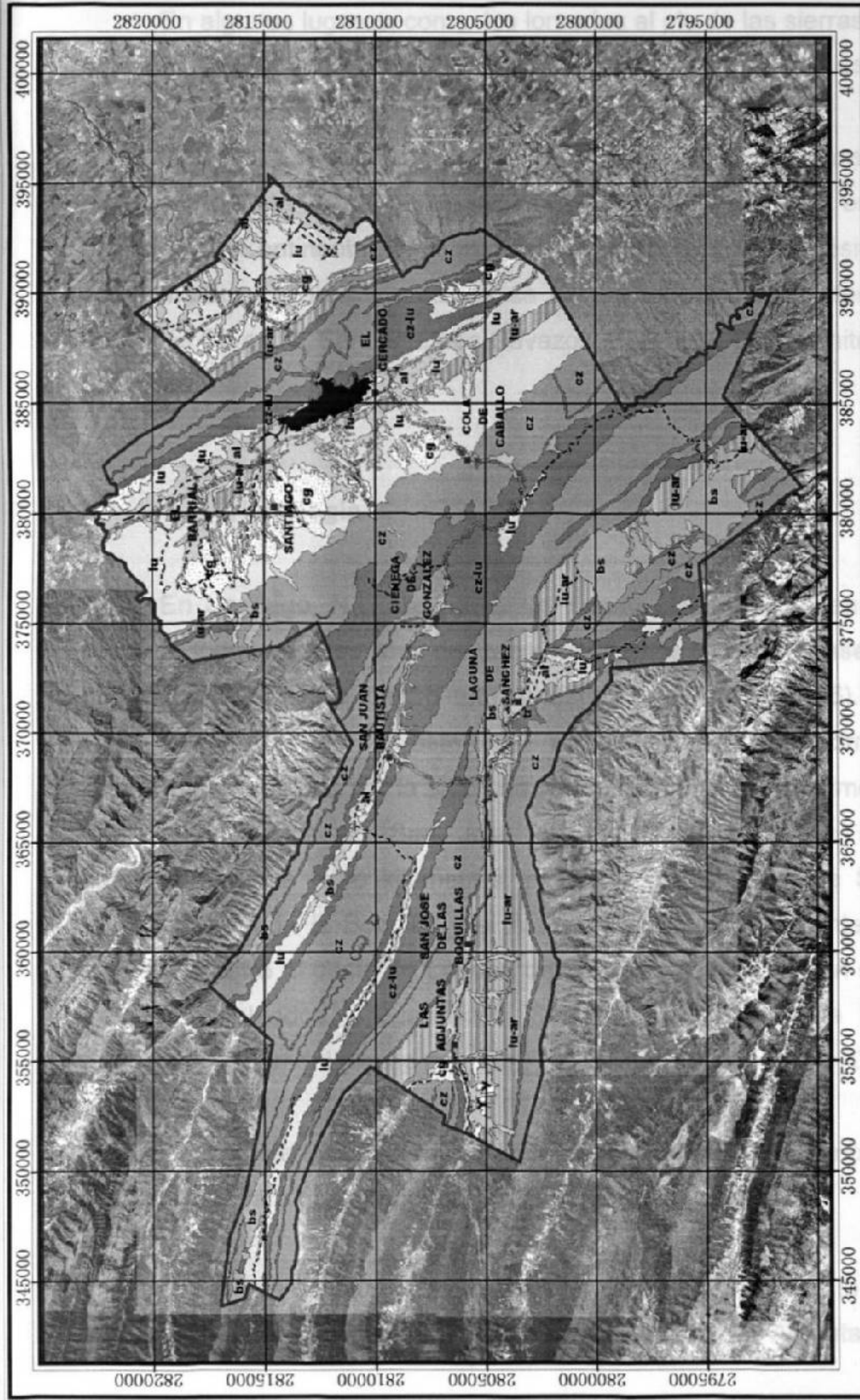
- VIAS TERRESTRES**
- LOCALIDAD
 - LIMITE MUNICIPAL DE SANTIAGO
 - CARRETERA
 - BRECHA, VEREDA

2 0 2 4
Escala Gráfica
Kilómetros

- SIMBOLOGIA**
- Ks(sf) CRETACICO SUPERIOR (SAN FELIPE)
 - Ks(m) CRETACICO SUPERIOR (MENEZ)
 - Ks(sf-m) CRETACICO SUPERIOR (SAN FELIPE-MENEZ)
 - Q(al) CUATERNARIO ALUVIAL
 - Q(cg) CUATERNARIO CONGLOMERADO
 - Ts(bs) TERCARIO SUPERIOR BRECHA SEDIMENTARIA
 - Ts(tr) TERCARIO SUPERIOR TRAVERTINO

- FORMACIONES**
- J(mv-z) JURASICO MEDIO (MINAS VIEJAS-ZULUAGA)
 - J(cs) JURASICO INFERIOR (LA CASITA)
 - K1(ta) CRETACICO INFERIOR (TABAISES)
 - K1(cu) CRETACICO INFERIOR (CUIBDO)
 - K1(tp) CRETACICO INFERIOR (LA PEÑA)
 - Km(au-cc) CRETACICO MEDIO (AURORA-CUBSTA DEL CURA)
 - Ks(an) CRETACICO SUPERIOR (AGUA NUEVA)
 - Ks(au) CRETACICO SUPERIOR (AURORA)

FUENTE : INEGI, 1995. A PARTIR DE ORTOFOTO DIGITAL ESCALA 1:20,000.
ZWANZIGER, J.A., PLANO GEOLOGICO, ESCALA 1:50,000.



MAPA No. 5 LITOLOGIA



VIAS TERRESTRES

- LOCALIDAD
- LIMITE MUNICIPAL DE SANTIAGO
- CARRETERA
- BRECHA, VEREDA

ESCALA GRAFICA
2 0 2 4
Kilómetros

LITOLOGIA

- al ALUVIAL
- bs BRECHA SEDIMENTARIA
- cg CONGLOMERADO
- cz CALIZA
- cz-lu CALIZA-LUTITA
- lu LUTITA
- lu-ar LUTITA-ARENISCA

SIMBIOLOGIA

- tr TRAVERTINO
- Y YESO

FUENTE : INEGI, 1996. A PARTIR DE ORTOFOTO DIGITAL, ESCALA 1:20,000.
INEGI, CARTA GEOLOGICA, ESCALA 1:50,000.
V. VALDEZ TAMEZ, 2002

En algunos lugares, como los lomeríos al pie de las sierras alrededor de los poblados Los Panales, San Juan Bautista y la Ciénega, existen estratos de las tres formaciones anteriores pero indiferenciados.

El Cenozoico está representado por dos unidades jóvenes: El Continental reciente que está en las porciones más bajas, generalmente en el lecho de los ríos y el Continental indiferenciado formado por depósitos aluviales y conglomerados, sobre los cuales se encuentran los siguientes poblados: San Pedro, El Cercado, Santiago, Los Cavazos, El Barrial, El Ranchito, Los Cristales y El Cerrito.

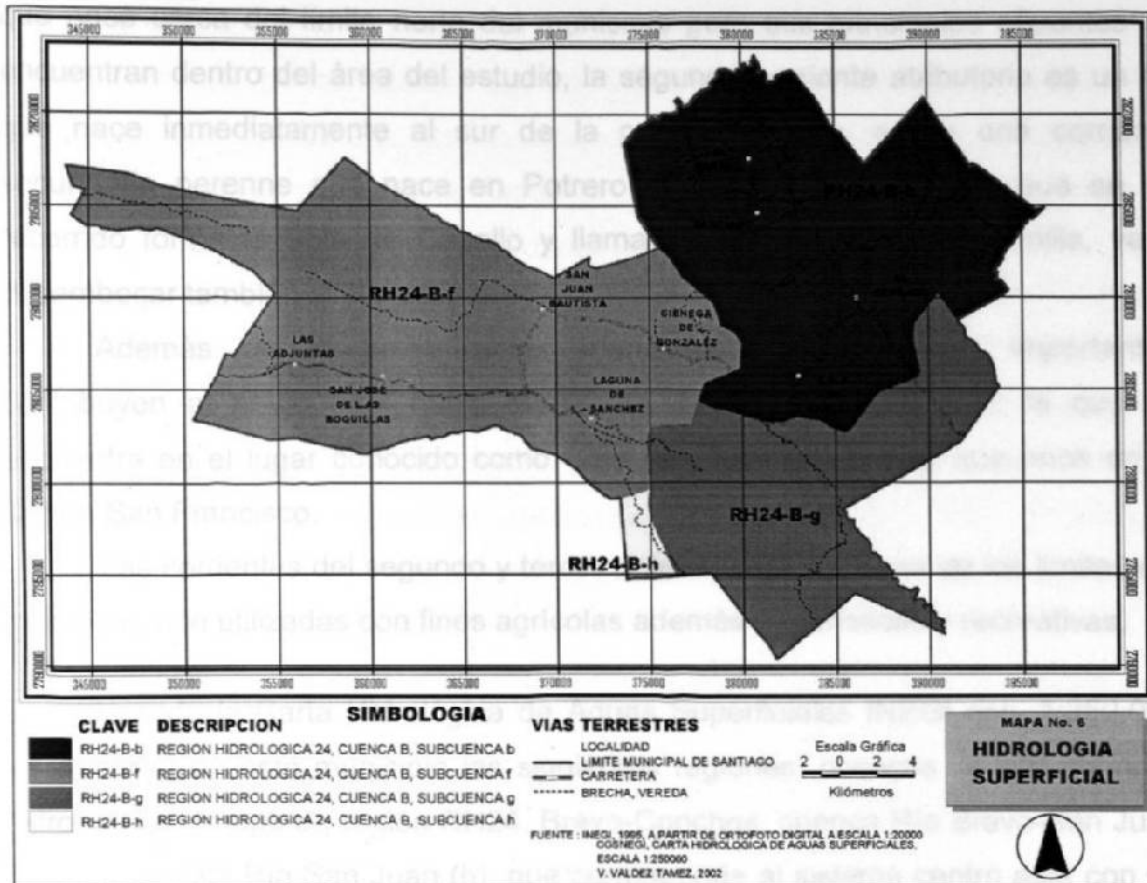
5.6.- Hidrología

En Santiago, N.L., se presentan cuatro sistemas o cuencas naturales de desagüe y que para los fines del trabajo, podemos llamar en base a su orientación en sistema del noreste, centro-este sureste y suroeste. (mapa 6).

El sistema del noreste está constituido por dos corrientes perennes importantes formadas por la unión de varios manantiales; la primera de ellas es la que se encuentra en San José de las Boquillas y en su recorrido de aproximadamente ocho kilómetros, pasa por los cañones de San José de las Boquillas, cañada la Boquilla y el Álamo. La segunda corriente que se origina medio kilómetro al oeste de Laguna de Sánchez comprende en su trayectoria los siguientes poblados y localidades: San Isidro, Cañón de la Boca, San Juan Bautista (y cañón del mismo nombre), Laborcitas, La Ciénega y Cañón el Salto.

En el límite noroeste en el cañón del Tarillal se forma también otra corriente perenne que va a desembocar hacia el norte del municipio.

El sistema del sureste se inicia en el cañón Mauricio con la formación del río Corral de Piedra, el cual recibe en el caserío llamado Las Adjuntas, dos corrientes:



una muy importante llamada Lagunillas que cruza el cañón Las Adjuntas y la otra, más pequeña, denominada La Casa; más adelante adquiere su nuevo nombre de Río Ramos y aumenta su caudal con el aporte acuífero de la cascada Potrero Redondo.

En su trayecto, las dos primeras corrientes del sistema del noreste, son utilizadas principalmente para regar cultivos de frutales (manzano, durazno, ciruelo, chabacano) y anuales (maíz, frijol, trigo).

El municipio de Santiago, N.L. contribuye al abastecimiento de agua para la capital del estado; en su aporte acuífero, la presa Rodrigo Gómez (La Boca), núcleo del sistema centro-este, constituye un depósito de elevada importancia; posee dos corrientes atributorias importantes, primeramente, el Río La Chueca

que nace cerca del límite norte del municipio pero sus principales afluentes se encuentran dentro del área del estudio, la segunda corriente atributoria es un río que nace inmediatamente al sur de la presa. Además, existe una corriente secundaria perenne que nace en Potrero de Serna (o Nogalera), que en su recorrido forma la Cola de Caballo y llamada después Arroyo Escamilla, va a desembocar también al sur de la presa.

Además de la presa antes mencionada, dos fuentes importantes contribuyen al envío total hacia Monterrey, N. L.; estas dos son: la que se encuentra en el lugar conocido como Cola de Caballo y la otra que nace en el Cañón San Francisco.

Las corrientes del segundo y tercer sistema dentro y fuera de los límites del municipio, son utilizadas con fines agrícolas además de turísticas y recreativas.

Considerando la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales INEGI esc. 1:250,000 se localizan en este municipio las siguientes regiones, cuencas y sub cuencas hidrológicas: (mapa 6), región RH24, Bravo-Conchos, cuenca Río Bravo-San Juan (B), sub cuenca Río San Juan (b), que corresponde al sistema centro este con un porcentaje de la superficie municipal del 35.62%, sub cuenca Río Monterrey (f) correspondiente al sistema del noreste con una superficie del 41.23%, sub cuenca del Río Ramos (g) que corresponde al sistema del sureste y una superficie del 21.87%, y sub cuenca del Río Pílon (h) correspondiente al sistema del suroeste y una superficie menor al 1.28%.

El sistema del suroeste se ubica al suroeste de Laguna de Sánchez y del hondable y sus escurrimientos desembocan en el Río Rayones.

5.7 Edafología

El material parental del que se forman las diversas unidades de suelos, en la zona de estudio, está constituido por rocas sedimentarias, encontrándose calizas, lutitas y algunos estratos de areniscas, no existiendo rocas ígneas.

Considerando lo anterior, se puede decir entonces, que además del material parental, de los factores que intervienen en la formación y diversificación de los suelos en el área en cuestión tienen gran importancia el clima, la vegetación y la topografía es conveniente también señalar el efecto que tiene sobre la denudación del suelo, la eliminación o alteración de la vegetación original.

Según la clasificación de suelos FAO-UNESCO 1970, modificada por CETENAL, que utiliza los horizontes y características de diagnóstico, (mapa 7) para la descripción de las unidades de suelos, se distingue para la zona de estudio, en las respectivas cartas edafológicas (publicadas por INEGI) y en orden de dominancia, las siguientes unidades y subunidades:

Litosol. Suelos de menos de 10 cm. De espesor que se encuentra sobre roca o tepetate, no aptos para cultivo de ningún tipo. Pueden destinarse al pastoreo. Se distribuyen sobre la parte más alta y en las exposiciones oeste y Sur de las sierras.

Rendzina. Se caracteriza por tener un horizonte a mólico, el cual se encuentra sobre material calcáreo, y es una capa superficial blanca de color oscuro, rica en materia orgánica y nutrientes, de alta fertilidad. En su mayor parte se localiza sobre las partes altas de las sierras y en exposiciones noreste, en zonas ocupadas por bosques.

Regosol. Suelos formados por material suelto que no sea aluvial reciente. Se presentan dos subunidades regosol calcárico que como su nombre lo indica, esta formado por materiales calcáricos y regosol éutrico, que carece de propiedades especiales además de las del grupo.

Su distribución va desde las porciones intermedias de las sierras, con pendientes de más del 40 %, hasta partes planas donde la pendiente es mínima a

consecuencia de la acumulación de este tipo de materiales, ocupando indiferentemente zonas de bosques, matorrales, pastizales y áreas agrícolas.

En algunas localidades, la formación de estos suelos esta relacionada con substratos de lutitas y areniscas.

Luvisol. En la zona de estudio esta unidad de suelo presenta dos horizontes, un **A** úmbrico y un **B** argílico; el primero indica que existe una capa superficial blanda de color oscuro, rica en materia orgánica y el segundo, se refiere a una capa ubicada generalmente abajo de un horizonte **A**, en la que ha habido acumulación de arcilla. Esta unidad presenta la subunidad luvisol cálcico, que como el nombre lo indica, se caracteriza por la presencia de material calcáreo. De fertilidad moderada a alta. En su mayor parte ocupa zonas de bosques.

Feozem. Su característica es la presencia de un horizonte **A** mólico (ya descrito), además de las propias de las subunidades, de las cuales; se encuentran en la zona de estudio, las siguientes: feozem calcárico y feozem lúvico; la primera se refiere a la presencia de material calcáreo, y en la segunda, un horizonte **B** argílico es su característica principal. Las dos son en general fértiles y de fácil manejo. Estos suelos están destinados a fines agrícolas tanto de temporal como de riego.

Vertisol. Suelos de textura arcillosa y pesada que se agrietan notablemente cuando se secan. Tienen dificultades en su labranza, pero son adecuados para una gran cantidad de cultivos, siempre y cuando se controle la cantidad de agua para que no se inunden o sequen.

Se incluyen dos subunidades: vertisol pélico, vertisol crómico, la primera con una capa negra en la superficie y la segunda con una capa gris. Ocupando zonas de pastizales inducidos y áreas agrícolas de temporal.

Fluvisol. Suelos de origen aluvial reciente, pedregosos, se encuentran en su mayor parte, en la zona de estudio sobre el lecho de ríos.

Acrisol. Suelos con horizonte **A** úmbrico y **B** argílico (ya descritos), muy pobres en nutrientes, adecuados para explotación forestal. Ocupan muy poca extensión y se encuentran en zonas de bosques.

Castañozem. Suelos con horizonte **A** mólico de color pardo oscuro y *acumulación calcárea (horizonte cálcico)*. Se encuentran dos subunidades: castañozem lúvico cuya característica es la presencia de un horizonte **B** argílico (capa de arcilla abajo del horizonte **A** y castañozem háplico con *acumulación calcárea* también abajo del horizonte **A**. Se encuentra en zonas de cultivo y son de alta productividad agrícola.

Xerosol. Se caracterizan por tener una capa superficial de color claro y muy pobre en humus. Debajo de ella puede existir un suelo rico en arcillas, o bien muy semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, polvo ó aglomeraciones de cal; cristales de yeso, o caliche, de mayor a menor dureza, A veces son salinos. Presenta la subunidad cálcico que se caracteriza por la *acumulación de sal* en el subsuelo.

Dentro de las unidades de suelos, son también consideradas algunas clases texturales y fases físicas entre las que se encuentran las siguientes:

Clase textural media. Se refiere a suelos de textura franca o limosa, con retención de agua y nutrientes. Drenaje interno eficiente y de fácil manejo.

Clase textura fina. Suelos de textura arcillosa, con retención de agua y nutrientes baja a alta según el tipo de arcilla, Drenaje interno lento y de difícil manejo.

Fase física gravosa. Con fragmentos de roca o tepetate mayores de 7.5 cm de diámetro.

Fase física lítica. Roca a menos de 50 cm. De profundidad.

Fase física lítica profunda. Roca entre 50 y 100 cm. De profundidad.

Fase física petrocálcica. Caliche endurecido a menos de 50 cm. De profundidad.

5.8.- Clima

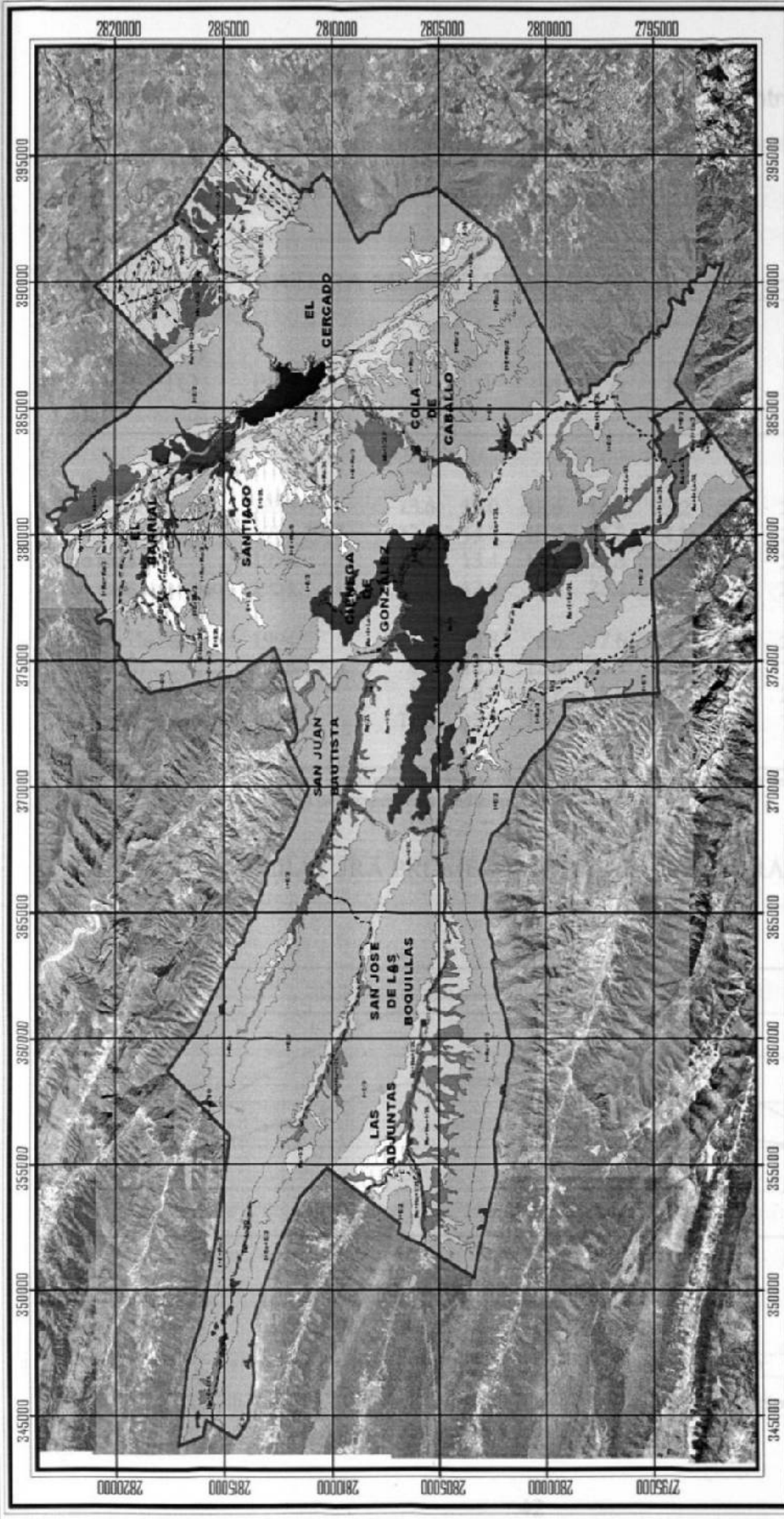
5.8.1.- Características del Clima

1.- **Temperatura.** Existen en la zona de estudio dos estaciones meteorológicas, una en la cabecera municipal con altitud de 445 metros sobre el nivel del mar y la otra en Laguna de Sánchez, con altitud de 1925 msnm.

La imposibilidad de que estas estaciones sean representativas de toda el área de estudio, ha ocasionado que nos auxiliemos de registros de estaciones cercanas, con tipos de climas similares a los presentes en el área en cuestión.

Respecto a la temperatura, existe en Santiago una diferenciación en estaciones, observándose que las temperaturas medias más altas se encuentran distribuidas en verano principalmente en los meses de julio y agosto, y las temperaturas más bajas en invierno, en los meses de diciembre y enero. (tabla 1 gráfica 1).

Las temperaturas medias anuales son en Santiago de 20.6°C y en la Laguna de Sánchez de 13.1°C en cuanto a la oscilación anual, tomada como la diferencia entre promedios de máxima (del mes más caliente) y mínimas (del mes más frío) en un lapso de diez años nos da para la primera localidad, un valor de 27.4°C y para la segunda 26.9°C, en ambos casos se puede considerar la oscilación anual como muy extrema.



MAPA No. 7
EDAFOLOGIA



VIAS TERRESTRES

- LOCALIDAD
- LIMITE MUNICIPAL DE SANTIAGO
- CARRETERA
- - - BRECHA, VEREDA

ESCALA GRAFICA

0 2 4
Kilómetros

SIMBOLOGIA

■	L	LUVISOL
■	R	REGOSOL
■	E	RENDZINA
■	V	VERTISOL

■	A	ACRISOL
■	B	CAMBISOL
■	K	CASTAÑOZEM
■	H	FEOZEM
■	J	FLUVISOL
■	I	LITOSOL

FUENTE: INEGI, 1995. A PARTIR DE ORTOFOTO DIGITAL ESCALA 1:20,000.
CARTOGRAFIA EDAFOLOGICA ESCALA 1:50,000.
V. VALDEZ TAMEZ, 2002

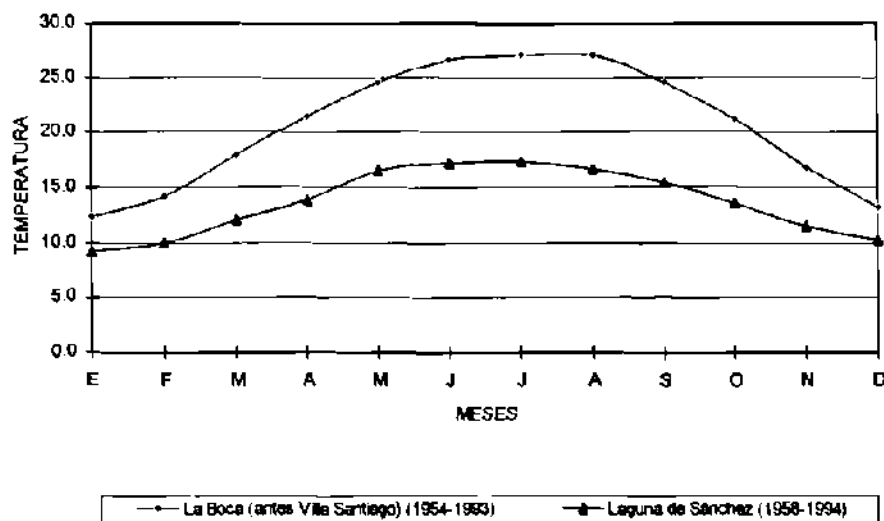
Ninguna de las dos localidades anteriores se encuentra libre de heladas, presentándose el mayor número de éstas en el mes de enero en Santiago, N.L. con 11 días, en Laguna de Sánchez con 23 días.

TABLA 1 TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (Grados centígrados)

ESTACION Y CONCEPTO	PERIODO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
La Boca (antes Villa Santiago)	1993	13.6	15.0	17.6	14.1	23.2	25.3	27.9	28.2	24.5	20.0	14.6	13.7
Promedio	1954-1993	12.4	14.2	18.0	21.5	24.5	26.6	27.1	27.1	24.6	21.1	16.8	13.2
Año más frío	1976	10.8	13.4	17.9	21.3	22.6	25.9	24.9	25.3	24.1	18.1	12.0	11.0
Año más caluroso	1954	15.1	17.0	19.5	23.2	24.2	27.8	28.2	28.4	27.2	25.1	17.0	14.4
Laguna de Sánchez	1994	5.1	5.8	6.6	7.6	20.5	20.2	23.5	19.5	23.0	14.6	7.6	6.9
Promedio	1958-1994	9.3	10.0	12.0	13.9	16.5	17.3	17.4	16.7	15.4	13.6	11.5	10.3
Año más frío*	1993	5.6	5.7	4.7	8.5	9.8	15.6	20.8	18.8	14.4	9.5	9.9	9.8
Año más caluroso	1961	13.6	15.3	16.4	18.7	19.7	25.1	18.8	17.2	17.3	16.6	15.3	14.6

* Se han registrado dos o más años que cumplen con esta característica. Sólo se presentan los datos del año más reciente.
FUENTE: CNA. Registro mensual de temperatura media en °C. Inédito

GRAFICA 1 TEMPERATURA PROMEDIO (GRADOS CENTÍGRADOS)



FUENTE: INEGI. Gob. Del Edo. De Nuevo León. 1996 Cuaderno Estadístico Municipal. Santiago, Nuevo León.

2.- Precipitación. Los promedios anuales de precipitación son: Para Santiago de 1,011 mm. y para Laguna de Sánchez de 643 mm., de los cuales en la primera localidad el 56 % corresponde a lluvias de verano (principalmente en agosto y septiembre), mientras que solamente el 6.8 % se presenta en invierno. En Laguna de Sánchez, del promedio total anual (en el lapso de diez años) el 45% corresponde a lluvias de verano y el 4% a lluvias de invierno. (Tabla 2 gráfica 2).

La forma de esta precipitación en su mayor parte esta constituida por lluvias, encontrándose además otras formas de precipitación como rocío, llovizna, escarcha, nieve y granizo; estas últimas generalmente en los meses fríos del año y más abundantes en Laguna de Sánchez, dado principalmente por su altitud.

Uno de los factores no incluidos en la determinación climática de Köppen modificada por E. García y de gran importancia para la vegetación, es la humedad proporcionada por la neblina, encontrándose ésta en 155 días al año en Laguna de Sánchez, a diferencia de Santiago en el que los reportes meteorológicos señalan 2.2 días con neblina.

3.- Vientos. (Valdez 1981) En Santiago, los vientos dominantes generalmente débiles y moderados, provienen en su mayor parte del noreste, debido principalmente a la posición latitudinal del municipio, dentro de la zona de los vientos alisios. Aunado a esto, la cercanía con el Golfo de México contribuye aportando humedad a estos vientos.

Masas de aire frío procedentes del norte (Los "nortes") que ocurren en los meses fríos del año, son también importantes por su aporte acuífero al estimular el desencadenamiento de lluvias, lloviznas y otros fenómenos implicados.

Las montañas y la altura influyen notablemente en la dirección y velocidad de los vientos, tal es el caso en la estación Laguna de Sánchez situada en la localidad del mismo nombre, dentro del macizo montañoso en el que la mayor parte de los vientos provienen del este y van de moderados a fuertes.

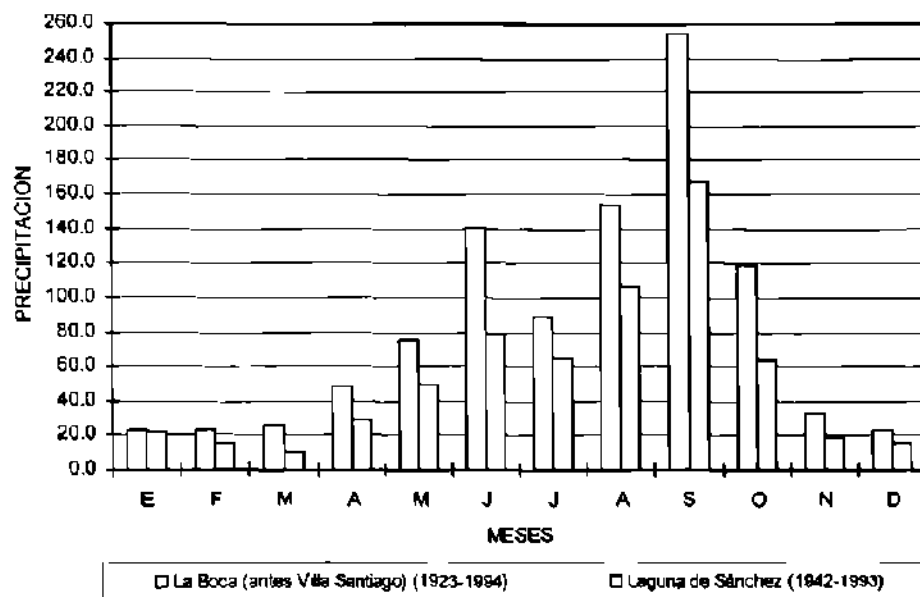
Los vientos más fuertes se presentan en Santiago en diciembre y mayo y en Laguna de Sánchez en marzo y mayo.

TABLA 2 PRECIPITACION ACUMULADO MENSUAL (Milímetros)

ESTACION Y CONCEPTO	PERIODO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
La Boca (antes Villa Santiago)	1994	50.0	24.3	47.7	4.0	44.0	122.1	64.8	262.3	251.0	53.8	28.1	24.3
Promedio	1923-1994	23.5	23.6	26.3	48.4	75.3	140.3	89.5	153.8	254.3	119.5	33.1	23.3
Año más seco	1950	3.5	15.5	38.0	47.5	5.0	69.0	144.0	40.0	98.0	98.5	2.0	0.0
Año más lluvioso	1966	66.2	75.8	98.8	97.5	186.6	426.3	119.0	401.0	160.4	127.1	113.1	0.0
Laguna de Sánchez	1993	5.0	0.0	13.0	14.5	36.0	167.0	22.0	62.5	185.5	41.0	30.0	8.0
Promedio	1942-1993	21.9	15.2	10.2	28.8	49.5	80.0	64.6	106.4	167.7	63.9	19.8	15.4
Año más seco	1952	0.0	0.0	0.0	33.0	32.0	114.0	10.0	15.5	131.5	0.0	4.5	0.0
Año más lluvioso	1978	29.0	27.5	0.0	56.5	11.0	32.0	71.5	152.0	766.5	18.0	0.0	8.0

FUENTE: CNA. Registro mensual de precipitación pluvial en mm. Inédito.

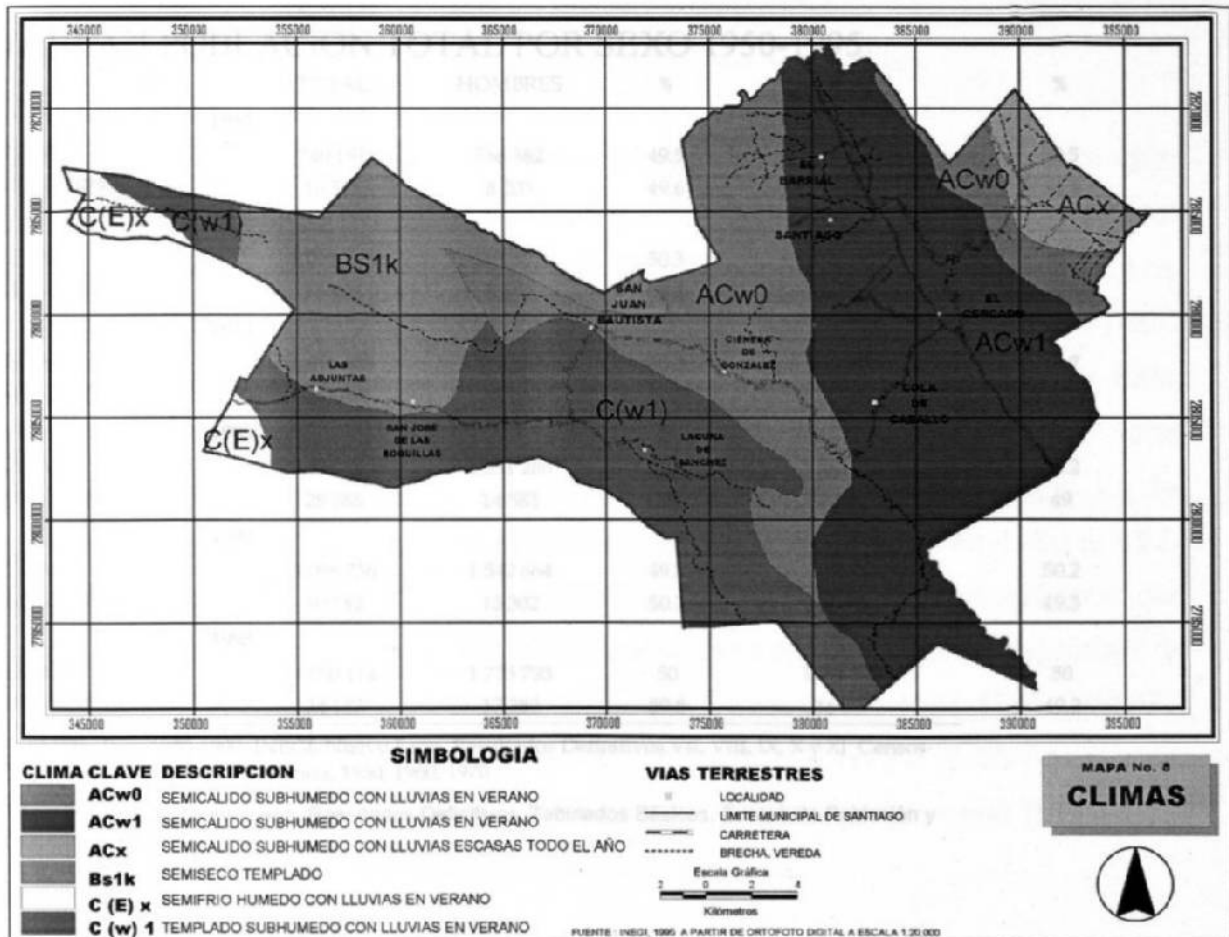
GRÁFICA 2 PRECIPITACION PROMEDIO MENSUAL (Milímetros)



FUENTE: INEGI. Gob. Del Edo. De Nuevo León, 1996 Cuaderno Estadístico Municipal. Santiago, Nuevo León.

5.8.2.- Tipos de clima según Köppen modificado por E. García

De acuerdo a este sistema de aplicación general existen los siguientes tipos climáticos (mapa 8): semicálido sub húmedo con lluvias en verano, de humedad media (ACw1) con un porcentaje de la superficie municipal del 34.88%, semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (ACw0) con una superficie del 21.24%, semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año (ACx), y un porcentaje de la superficie municipal de 4.20%, templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media C(w1), un porcentaje del 23.96%, semi frío sub húmedo con lluvias escasas todo el año C(E)x y un 1.77% de superficie, semi seco templado (BS,k) y una superficie del 13.95%.



5.9.- Distribución y Características de la Población

En el tabla 3 presentamos los comportamientos de la población en el período de 1950-1995 (45 años) a nivel municipal y su relación estatal, observando un incremento de la población de un 20.84 % para el estado y 48.34 % para Santiago, sin embargo el porcentaje comparativo indica un crecimiento menor que decrece al final del período (45 años) de lo cual se muestra con mayor claridad en la gráfica 3 con una tasa de crecimiento media anual intercensal que expresa el ritmo de crecimiento de la población que radica en una determinada unidad geográfica (Estado / municipio) durante un cierto período, la cual se calculó como: Tasa de crecimiento media anual igual a población (Años considerados) al final del período población al inicio del período por 100.

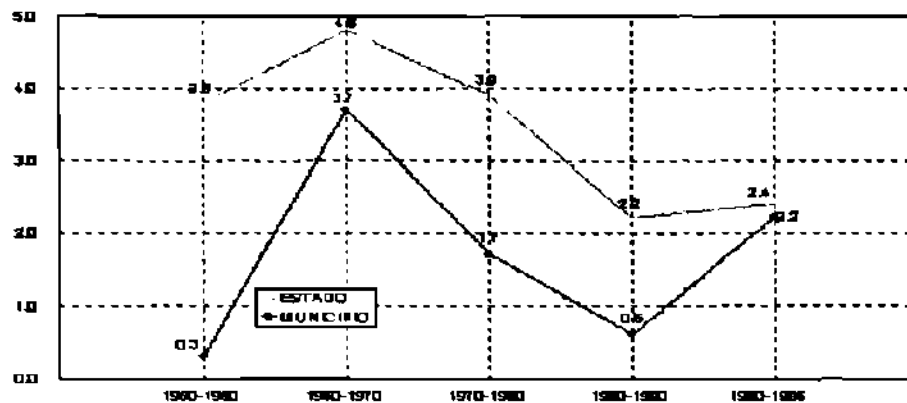
TABLA 3 POBLACION TOTAL POR SEXO 1950-1995

AÑO	TOTAL	HOMBRES	%	MUJERES	%
1950					
ESTADO	740 191	366 382	49.5	373 809	50.5
MUNICIPIO	16 528	8 203	49.6	8 325	50.4
1960					
ESTADO	1 078 848	542 431	50.3	536 417	49.7
MUNICIPIO	16 993	8 699	51.2	8 294	48.8
1970					
ESTADO	1 694 689	852 469	50.3	842 220	49.7
MUNICIPIO	24 089	12 180	50.5	11 909	49.5
1980					
ESTADO	2 513 044	1 251 286	49.8	1 261 758	50.2
MUNICIPIO	28 585	14 583	51	14 002	49
1990					
ESTADO	3 098 736	1 542 664	49.8	1 556 072	50.2
MUNICIPIO	30 182	15 302	50.7	14 880	49.3
1995					
ESTADO	3 550 114	1 773 793	50	1 776 321	50
MUNICIPIO	34 187	17 380	50.8	16 807	49.2

FUENTE: Para 1950-1990: INEGI. Nuevo León, Resultados Definitivos. VII, VIII, IX, X y XI Censos Generales de Población y Vivienda, 1950, 1960, 1970

Para 1995: INEGI. Nuevo León, Resultados Definitivos, Tabulados Básicos. Conteo de Población y Vivienda, 1995.

GRAFICA 3 TASA DE CRECIMIENTO MEDIA ANUAL INTERCENSAL 1950-1995 (En porciento)



a) Expresa el ritmo de crecimiento de la población que radica en determinada unidad geográfica, durante un cierto periodo.
 Se estima como: $1 / \text{No. de años considerados} \times \text{tasa de crecimiento media anual} \times (\text{Pob. Al final})$

En el tabla 4 y gráfica 4 mostramos la distribución de la población según principales localidades, en donde el 40.56 % corresponde a la cabecera municipal de Santiago y localidades conurbadas de: El Cercado, El Álamo, Los Fierros, Los Cavazos, Los Rodríguez, El Barreal, El Ranchito, El Yerbanis y El Barro y el resto de la población en localidades distribuidas en las zonas rurales del municipio. Esta información se complementa con las graficas 5 y 6 que relaciona la población total con tamaño de las localidades y al porcentaje de la población urbana y rural. Es de gran relevancia resaltar el notable crecimiento urbano del 33.3 % en 1980 al 88.0 % en 1990 y 90.6 en 1995 lo cual coincide con los modelos cartográficos del "Impacto" y de "Características de los procesos de transformación "Carprotran" y de los tabulados comparativos de "Uso de Suelo y Vegetación 1975-1995 (USUEV 75-95) y del estado de conservación de la vegetación (CONVEG75-95-) en donde se muestran las amplias regiones de expansión urbano-Agropecuaria (EUA) y la disminución de las superficies del Matorral Submontano.

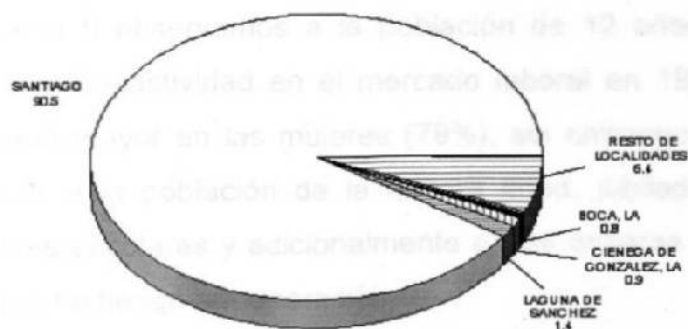
TABLA 4 POBLACION TOTAL POR SEXO SEGUN PRINCIPALES LOCALIDADES Al 5 de noviembre de 1995

LOCALIDAD	TOTAL	%	HOMBRES	MUJERES
ESTADO	3 550 114		1 773 793	1 776 321
MUNICIPIO	34 187	0.962 **	17 380	16 807
SANTIAGO	30 963	90.56 *	15 622	15 341
LAGUNA DE SANCHEZ	476	01.39 *	251	225
CIENEGA DE GONZALEZ, LA	310	0.906 *	164	146
BOCA, LA	260	0.760 *	135	125
POTRERO DE SERNA	230	0.672 *	135	95
POTRERO REDONDO	197	0.576 *	101	96
SAN ISIDRO	129	0.377 *	73	56
TANQUE, EL	114	0.333 *	63	51
SAN JOSE DE LAS BOQUILLAS	98	0.286 *	50	48
AYALA, LOS	97	0.283 *	58	39
CANELOS, LOS	97	0.283 *	50	47
RESTO DE LOCALIDADES	1 216	3.556 *	678	538

FUENTE: INEGI. *Nuevo León, Resultados Definitivos, Tabulados Básicos. Censo de Población y Vivienda, 1995.*

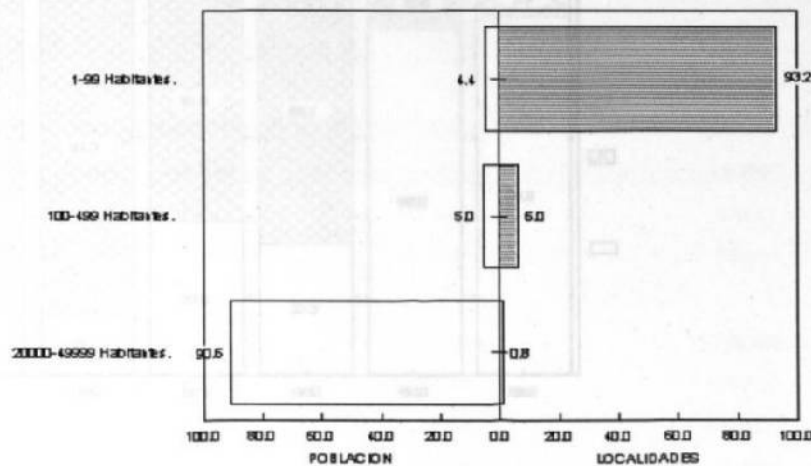
- * PORCENTAJE DE HABITANTES CON RESPECTO AL TOTAL MUNICIPAL.
- ** PORCENTAJE DE HABITANTES CON RESPECTO AL TOTAL ESTATAL.

GRÁFICA 4 POBLACION TOTAL POR PRINCIPALES LOCALIDADES SEGÚN TAMAÑO DE LOCALIDAD AL 5 DE NOVIEMBRE DE 1995



FUENTE Cuadro 2

GRÁFICA 5 POBLACION TOTAL POR LOCALIDADES SEGÚN TAMAÑO DE LOCALIDAD AL 5 DE NOVIEMBRE DE 1995 (EN PORCIENTO)



POBLACION TOTAL

1950: 15,528
1960: 18,993
1970: 24,069
1980: 28,585
1990: 30,182
1995: 34,187

POBLACION RURAL:

Población en localidades con menos de 2,500 habitantes.

POBLACION URBANA:

Población en Localidades con 2,500 y más habitantes

Nuevo León. Resultados Definitivos, VIII, VIII, IX, X y XI Censos Generales de Población y Vivienda.

POBLACION TOTAL: 34 187

TOTAL DE LOCALIDADES: 117

FUENTE: INEGI, Nuevo León, Resultados Definitivos, Tabulados Básicos, Censo de Población y Vivienda 1995

FUENTE: INEGI. Gob. Del Edo. De Nuevo León. 1996 Cuaderno Estadístico Municipal. Santiago, Nuevo León.

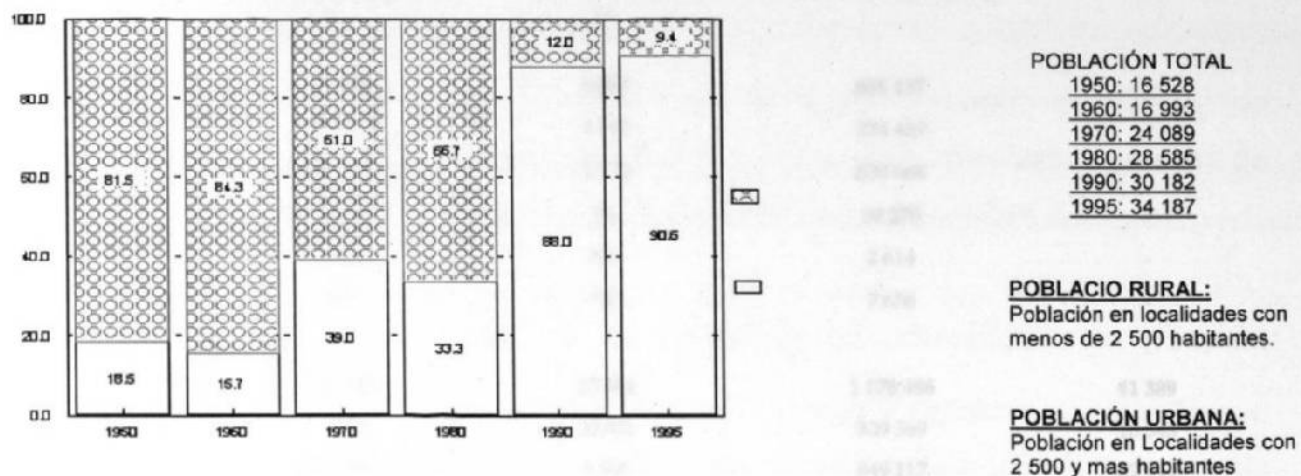
Otro aspecto contradictorio de gran importancia es el hecho del decrecimiento de la población rural y el incremento notable del deterioro ecológico en las zonas rurales de montaña. (Gráfica 6).

5.10.- Actividades Productivas

En la tabla 5 observamos a la población de 12 años y más activa e inactiva, resaltando la inactividad en el mercado laboral en 1980 y 1990 por encima del 50% y aún mayor en las mujeres (79%), sin embargo en ambos casos hay que considerar a la población de la tercera edad, jubilados, discapacitados y en actividades escolares y adicionalmente en las mujeres las actividades propias del hogar que no tienen remuneración.

En la grafica 7 que muestra ocupación principal de la población municipal al 12 de marzo de 1990 destacan: artesanos y obreros (19%), los trabajadores

GRÁFICA 6 POBLACION URBANA Y RURAL 1950 1995 (En Por ciento)



FUENTE: 1950-1990: INEGI, *Nuevo León Resultados Definitivos. VII, VIII, IX, X y XI Censo General de Población y Vivienda, 1950, 1960, 1970, 1980, 1990.*

1995: INEGI, *Nuevo León Resultados Definitivos, Tabulados Básicos. Censo de Población y Vivienda, 1995.*

FUENTE: INEGI. Gob. Del Edo. De Nuevo León. 1996 Cuaderno Estadístico Municipal. Santiago, Nuevo León.

agropecuarios (13.1%), las oficinistas (10.8%) y los comerciantes (8.2%). Es importante señalar que más del 50% de la población activa, trabaja en Monterrey, N.L.

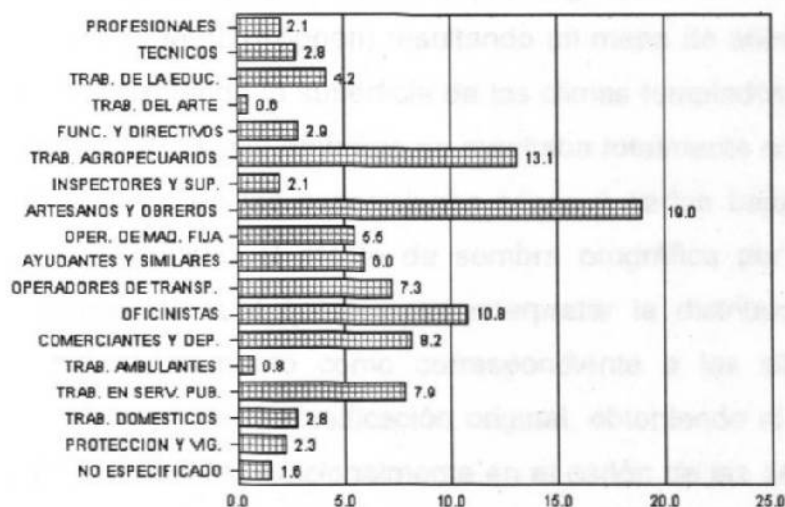
TABLA 5 POBLACION DE 12 AÑOS Y MAS POR CONDICION DE ACTIVIDAD SEGUN SEXO 1980-1990

SEXO	TOTAL	POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA		POBLACION ECONOMICAMENTE INACTIVA	NO ESPECIFICADO
		OCUPADOS	DESOCUPADOS a/		
1980					
ESTADO	1 658 901	797 400	6 364	855 137	-
HOMBRES	819 441	590 780	4 192	224 469	-
MUJERES	839 460	206 620	2 172	630 668	-
MUNICIPIO	19 581	9 240	71	10 270	-
HOMBRES	9 922	ND	ND	2 614	-
MUJERES	9 659	ND	ND	7 656	-
1990					
ESTADO	2 256 645	1 009 584	27 186	1 178 486	41 389
HOMBRES	1 114 698	745 900	20 881	329 369	18 548
MUJERES	1 141 947	263 684	6 305	849 117	22 841
MUNICIPIO	22 727	9 666	250	12 454	357
HOMBRES	11 497	7 630	215	3 487	165
MUJERES	11 230	2 036	35	8 967	192

a/ Para 1980 comprende a la población de 12 años y más que nunca ha trabajado; para 1990 a la población de 12 años y más que durante la semana del 5 al 11 de marzo no tenía trabajo pero lo buscó activamente

FUENTE: INEGI. Nuevo León, Resultados Definitivos. X y XI Censos Generales de Población y Vivienda. 1980 y 1990.

GRÁFICA 7 POBLACION OCUPADA SEGÚN ACTIVIDAD PRINCIPAL AL 12 DE MARZO DE 1990 (En Por ciento)



FUENTE INEGI. Nuevo León. Resultados Definitivos. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990.

FUENTE: INEGI. Gob. Del Edo. De Nuevo León. 1996 Cuaderno Estadístico Municipal. Santiago, Nuevo León.

VI. MATERIALES Y METODOS

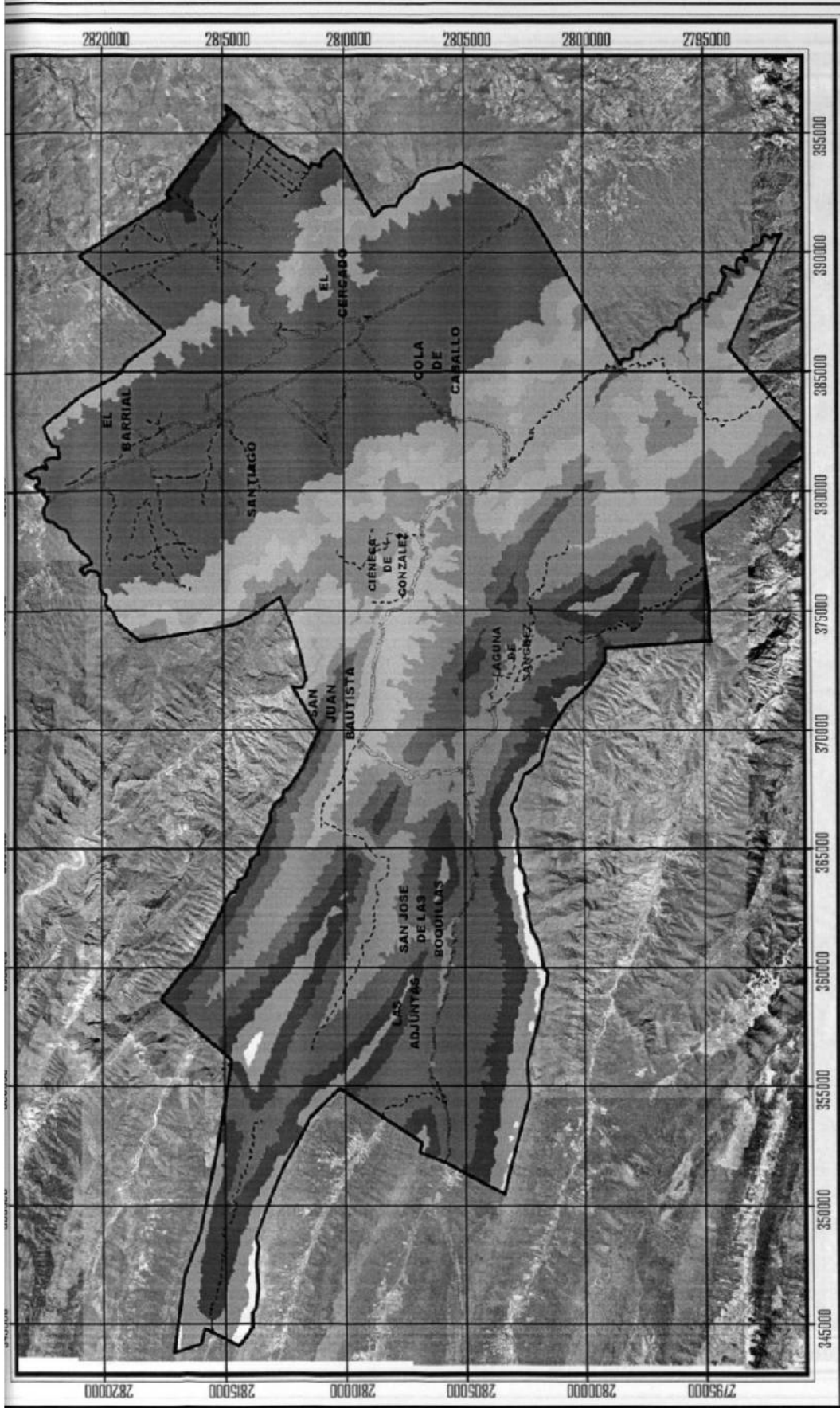
6.2.- DESCRIPCION NARRATIVA DE PROCEDIMIENTOS

6.2.1.-Captura y análisis de información cartográfica para la caracterización del medio ambiente

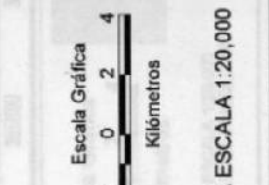
La cartografía de recursos Esc. 1:50,000 (uso de suelo, geología, edafología) es transformada de modo analógico (cartas, mapas) a modo digital mediante procesos de captura en tableta y barrido, utilizando AUTOCAD MAP 3.0 y ARCVIEW 3.2.

6.2.2.-Adecuación local de la clasificación climática de Köppen, modificada por García

Se efectuó un análisis de las características bióticas y abióticas en relación con la distribución de la vegetación observando que la información climática presenta correspondencia con la presencia de las unidades de los diferentes tipos de vegetación. Sin embargo, la escala de la cartografía de climas es general (1:1000 000) siendo necesario detallar un poco más esta información al menos en lo que respecta a temperatura, para lo cual se diseñaron tres estrategias: Primera, se utilizó el cálculo de disminución de temperatura de 0.52°C por cada 100 metros de incremento de la altitud (Valdez, 1981) obteniendo un mapa de gradiente térmico (mapa 9) el cual se aplicó al climático general, (Köppen) resultando un mapa de adecuación climática local I, (mapa 10) incrementando la superficie de los climas templados subhúmedos C(W) y semifríos húmedos C(E)X, sin embargo no resultaba totalmente congruente con la distribución de la vegetación en las exposiciones secas y partes bajas de los cañones cerrados en donde es notorio el efecto de sombra orográfica por lo cual se utilizó la segunda estrategia la cual consiste en interpretar la distribución de una variante seca de matorral submontano como correspondiente a los climas BSk semiseco templado (mapa anexo) de la clasificación original, obteniendo el mapa de adecuación climática local II. (mapa 11) Adicionalmente en el cañón de las adjuntas la clasificación climática considera un tipo semicálido subhúmedo (ACW) sin embargo la presencia de bosques pino-encino nos indica una condición templado subhúmeda. Estas modificaciones constituyen la tercera estrategia y se contemplan en el mapa de adecuación climática local III. (mapa 12).



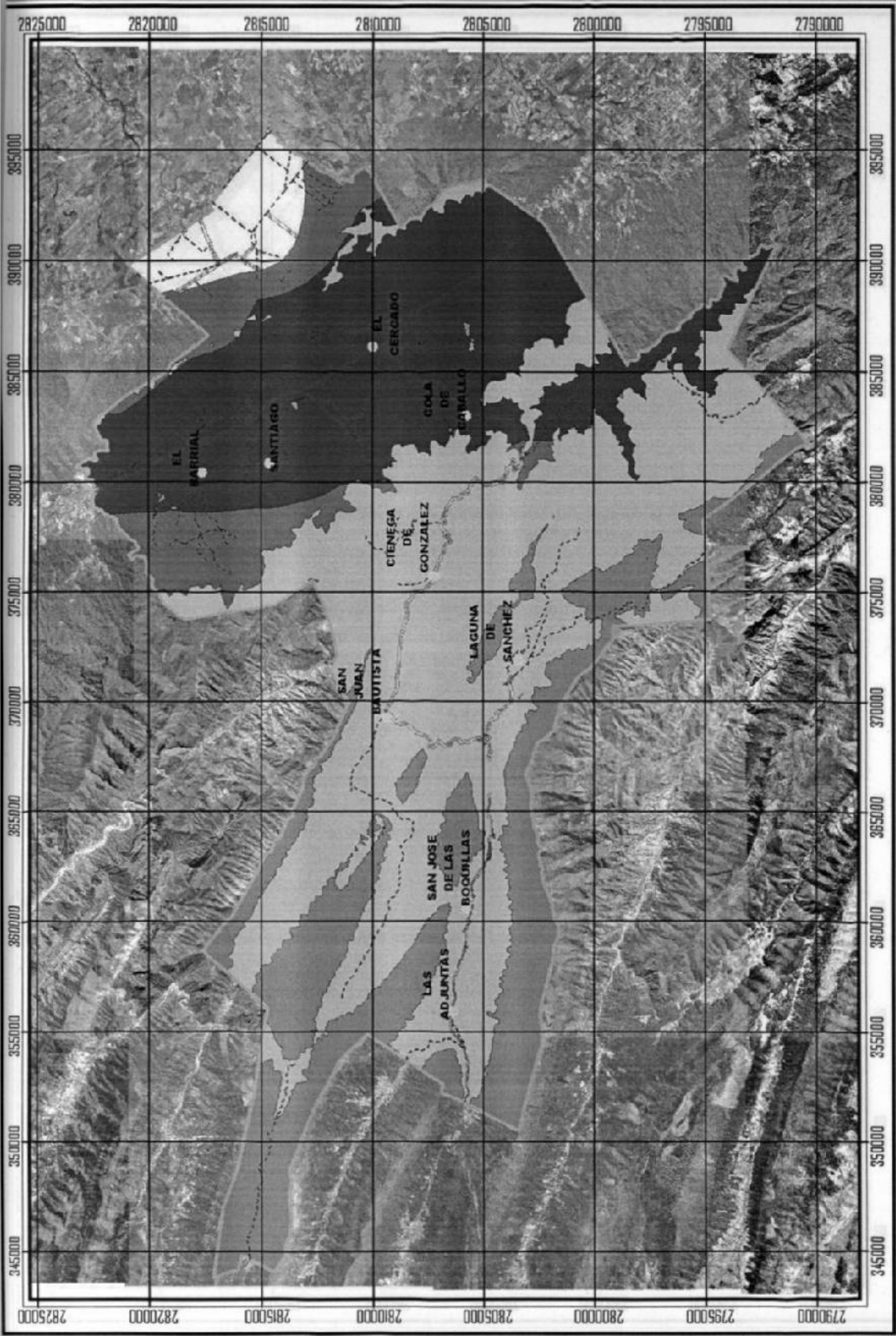
MAPA No. 9
GRADIENTE
TERMICO



- SIMBOLOGIA**
- LOCALIDAD
 - LIMITE MUNICIPAL DE SANTIAGO
 - CARRETERA
 - BRECHA, VEREDA



FUENTE : INEGI, 1995. A PARTIR DE ORTOFOTO DIGITAL ESCALA 1:20,000
V. VALDEZ TAMEZ, 2002



**MAPA No. 10
ADECUACION
CLIMATICA LOCAL I**



SIMBOLOGIA

CLIMA CLAVE	DESCRIPCION
Acx	SEMICALIDO SUBHUMEDO CON LLUVIAS ESCASAS TODO EL AÑO
ACw0	SEMICALIDO SUBHUMEDO CON LLUVIAS EN VERANO
ACw1	SEMICALIDO SUBHUMEDO (MAS HUMEDO) CON LLUVIAS EN VERANO
C(W1)	TEMPLADO SUBHUMEDO CON LLUVIAS EN VERANO
C(E)x	SEMIFRIO HUMEDO CON LLUVIAS EN VERANO

VIAS TERRESTRES	
●	LOCALIDAD
—	CARRETERA
-----	BRECHA, VEREDA
---	LIMITE MUNICIPAL DE SANTIAGO

FUENTE : INEGI, 1995 A PARTIR DE ORTOFOTO DIGITAL ESCALA 1:20.000
OGSNEGI, CARTA DE CLIMAS ESCALA 1:1.000.000. V. VALDEZ TAMEZ, 2002.
GRADIENTE TERMICO