PROVINCIA DE SALTA

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

SIGBNSA

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO DE LA PROVINCIA DE SALTA PLANIFICACIÓN, GESTIÓN, MONITOREO Y CONTROL DEL DESARROLLO SUSTENTABLE EN BOSQUES NATIVOS

INFORME FINAL

SALTA

AGOSTO DE 2009

Cabral, Claudio Marcelo; Negri, Mariano Osvaldo; Raineri, Enzo y Geipel, Verónica.

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO DE LA PROVINCIA DE SALTA. PLANIFICACIÓN, GESTIÓN, MONITOREO Y CONTROL DEL DESARROLLO SUSTENTABLE EN BOSQUES NATIVOS

INDICE

RESUMEN 3
I – INTRODUCCION 4
II – OBJETIVOS GENERALES 5
III – OBJETIVOS ESPECIFICOS 6
IV – PLAN DE TRABAJO 6
V – PROCEDIMIENTO DE ANALISIS.....7
1.1 – Imágenes satelitales de base y georreferenciación 7
1.2 – Mosaico de imágenes satelitales para cada año de análisis 10
1.3 – Identificación del área de estudio: los bosques nativos de la provincia de Salta 11
1.4 – Clasificación no supervisada de unidades de vegetación.....12
1.5 – Muestreo de campo y selección de áreas de entrenamiento.....13
1.6 – Clasificación supervisada para la identificación de unidades de vegetación 15
1.7 –Control estadístico de la superficie clasificada 17
1.8 – Corrección y generación del modelo digital de elevación del terreno (MDT), modelo digital de pendientes del terreno (MDPT) y curvas de nivel 19
1.9 - Análisis multitemporal de cambio de uso del suelo para los años 1981, 1992 y 2008.....20
1.10 - Generación de capas temáticas e integración en la plataforma SIG 21
VI – RESULTADOS.....22
1.1 – Imágenes satelitales de base y georreferenciación 22
1.2 – Mosaico de imágenes satelitales para cada año de análisis 22
1.3 – Identificación del área de estudio: los bosques nativos de la provincia de Salta 28
1.4 – Clasificación no supervisada de unidades de vegetación.....30
1.5 – Muestreo de campo y selección de áreas de entrenamiento.....32
1.6 – Clasificación supervisada para la identificación de unidades de vegetación y Mapa de Cobertura y Uso del Suelo para el Área de Bosques Nativos de la Provincia de Salta al Año 2008.....40
1.7 –Control estadístico de la superficie clasificada 91

1.8 – Generación del modelo digital de elevación del terreno (MDT), modelo digital de pendientes del terreno (MDPT) y curvas de nivel 102
1.9 - Análisis multitemporal de cambio de uso del suelo para los años 1981, 1992 y 2008 113
1.10 - Corrección de capas temáticas e integración en la plataforma SIG 133
VII – CONCLUSIONES 139
VIII – BIBLIOGRAFIA 140
IX – AGRADECIMIENTOS 143
X – GLOSARIO NOMBRES CIENTÍFICOS Y TÉRMINOS 144
XI – DETALLE DE LOS DVD DEL SIGBNSA 147
XII – ANEXO CARTOGRÁFICO 148

RESUMEN

La tecnología satelital asociada a los Sistemas de Información Geográfica ha permitido en los últimos años el análisis de numerosas variables del paisaje permitiendo asimismo evaluar el comportamiento pasado, presente y analizar los potenciales comportamientos futuros.

En el presente estudio se generó un Sistema de Información Geográfico para el área de bosques nativos de la provincia de Salta, con el objetivo principal de generar una herramienta que permita y sustente la toma de decisiones por parte de los gestores del estado y así direccionar hacia una estrategia de desarrollo sustentable el área de bosques nativos, que permita no solo la conservación de los mismos sino también el desarrollo agrícola, ganadero, forestal y citrícola de forma sustentable en la Provincia de Salta.

En primera instancia se definió el área de bosques nativos a partir de la cual se identificaron las diferentes unidades de vegetación y la superficie destinada a fines agropecuarios permitiendo generar el Mapa de Cobertura y Uso del Suelo para la Provincia de Salta. Este producto cartográfico fue corroborado con un muestreo a campo para evaluar la confiabilidad global del producto cartográfico final, para lo cual se calculó la Matriz de Confusión e Índice Kappa y así respaldar estadísticamente los resultados identificados por clasificación supervisada.

Los resultados obtenidos muestran una elevada y significativa confiabilidad del Mapa de Cobertura para el área de bosques nativos, habiendo logrado una confiabilidad del 90 % y un Índice Kappa del 88 %.

En este mismo contexto, se realizó un análisis multitemporal donde se estudio la dinámica de cambio de uso del suelo en los últimos 27 años y se identificaron las perdidas por superficie de las unidades de vegetación en el período de análisis.

I – INTRODUCCION

Durante las últimas décadas en la Provincia de Salta, el avance de la frontera agrícola, ganadera y forestal, se ha desarrollado con una tasa en el tiempo, que ha puesto en riesgo el mantenimiento y estado de conservación de los bosques nativos de la provincia (SeMADeS, 2007).

Esta situación, que ya se ha observado en los grandes núcleos agropecuarios como Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, La Pampa, entre otras; que no difiere a la registrada en algunas de las provincias del NOA y NEA, ha llevado a la búsqueda de herramientas que permitan tomar decisiones estratégicas en el área del desarrollo sustentable (SeMADeS, 2007, Volante *et. al.* 2005).

Recientemente, la Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos Nº 26331, tiene como objetivo, el de promover la conservación de la biodiversidad a través del Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos y la regulación de cualquier cambio en el uso del suelo. En el marco de dicha ley, se plantea la zonificación y ordenación territorial de los bosques nativos como estrategia para la planificación y desarrollo sustentable de los mismos (Ley Nacional Nº 26331 Boletín Oficial de la Nación Argentina).

El desarrollo agroganadero, como así también cualquier cambio de uso del suelo, debe sustentarse de herramientas que permitan disponer de información actualizada en tiempo real, como así también poder analizar las múltiples variables que integran un sistema complejo como lo es el medio ambiente (Primack *et al.* 2001, Salem 2001).

En la actualidad la única herramienta disponible para el análisis de múltiples variables espaciales, que facilita a su vez la interacción de las mismas y permite intentar comprender la complejidad del paisaje, son los Sistemas de información Geográfica o SIG (Salem 2001, Dale *et al.* 1994, Barredo Cano 1996, Stewart-Oaten y Bence 2001).

La potencialidad de los SIG, ha permitido la planificación y el ordenamiento territorial orientado al desarrollo sustentable del uso del suelo, para lo cual resulta indispensable el conocimiento de la situación pasada y presente de los bosques y los cambios temporales ocurridos (Stewart-Oaten y Bence 2001, Hansen *et al.* 2001).

Esta herramienta ha puesto en la mano de los gestores del estado, quienes deben tomar decisiones sustentadas y respaldadas técnicamente al instante, la factibilidad de evaluar escenarios del medio ambiente bajo su estado pasado, su situación actual y su potencial estado futuro permitiendo prever resultados antagónicos y no deseados sobre el medio ambiente, como así también la correcta planificación del desarrollo socioeconómico y ambiental de una provincia (Stewart-Oaten y Bence 2001, Hansen *et al.* 2001).

II – OBJETIVOS GENERALES

El objetivo principal del presente estudio, es el diseño de un Sistema de Información Geográfico para las áreas de Bosques Nativos, el cual permitirá la manipulación de diversas variables ambientales a partir de las cuales se establecerá la Zonificación de los Bosque Nativos y que permita la posterior incorporación de diferentes variables ambientales, sociales y económicas para el adecuado análisis espacial.

Esta herramienta tecnológica orientada a la zonificación y ordenación del uso del suelo permitirá la planificación, gestión y control ambiental, constituyendo una herramienta indispensable para la toma de decisiones ante cualquier propuesta de cambio de uso del suelo, permitiendo el desarrollo sustentable del territorio provincial, y colocando a disposición de los gestores del estado la potencialidad de los SIG para la toma de decisiones.

En este contexto, debe considerarse que un SIG es una herramienta dinámica que se alimenta constantemente, permitiendo no solo el análisis presente de situaciones in situ, sino también el modelado de futuros escenarios, para la planificación de proyecciones de cambio de uso del suelo a corto, mediano y largo plazo.

Bajo estas ideas, a partir del correcto diseño y planificación del SIG, desde el cual se establecerán, entre otros objetivos futuros, el Plan de Zonificación de Bosques Nativos, se fortalecerá al estado provincial con el potencial de una herramienta que permitirá la evaluación, planificación y modelado de futuros escenarios, como así también el control y monitoreo de los bosques nativos

permitiendo un desarrollo sustentable de los mismos y la conservación de aquellos con alto valor biológico.

III – OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar un Sistema de Información Geográfico que permita el adecuado análisis espacial de la situación pasada, actual y futura de los bosques nativos.
- Generar la plataforma base del SIG para posteriores usos relacionados con el manejo y conservación de los bosques nativos.
- Analizar la dinámica de los cambios de uso del suelo observados en los bosques nativos durante las décadas del 80´, 90´ y año 2008, conjuntamente con el avance de la frontera agropecuaria.
- Permitir la incorporación posterior de otras variables ambientales a la plataforma diseñada.
- Sentar las bases, para que el Sistema de Información Geográfico sea una herramienta de gestión ambiental, que permita implementar políticas vinculadas con los cambios actuales y potenciales de uso del suelo, y la planificación del desarrollo productivo sustentable en la provincia de Salta.

IV – PLAN DE TRABAJO

1. Generación del mosaico de imágenes satelitales georreferenciado para la Provincia de Salta correspondientes a los primeros años de la década del 80´, 90´ y año 2008.
2. Identificación del área de bosques nativos para el año 2008.
3. Clasificación no supervisada para la primera aproximación de las unidades de vegetación.
4. Muestreo de campo y selección de áreas de entrenamiento.
5. Clasificación supervisada para la identificación de unidades de vegetación.

6. Control estadístico de la superficie clasificada.
7. Corrección del modelo digital de elevación del SRTM y generación del modelo digital de elevación del terreno (MDT), modelo digital de pendientes del terreno (MDPT) y curvas de nivel.
8. Análisis multitemporal de cambio de uso del suelo período 80', 90´y 2008.
9. Generación de capas temáticas e integración en la plataforma SIG.

V – PROCEDIMIENTO DE ANALISIS

Para los procesamientos digitales de imágenes satélites se empleó el software Erdas Imagine 8, mientras que todos los procesos vectoriales se programaron con el software Arc View 3.2.

La escala de procesamiento de imágenes satelitales y capas vectoriales es de 1:250000, con una unidad mínima de mapeo de 100 ha. (16 mm^2 en formato papel).

1.1 – Imágenes satelitales de base y georreferenciación

La georreferenciación de las imágenes satelitales correspondientes a la década del '80, 90´ y al año 2008 se efectuó tomando como base las imágenes ortorectificadas del Satélite Landsat 5 TM de la Universidad de Maryland, correspondientes al proyecto Global Land Cover Facility Earth Science Data Interface.

Las imágenes de la Universidad de Maryland, originalmente en coordenadas UTM, fueron previamente corregidas con waypoints y tracks de GPS empleados como control y posteriormente reproyectadas al Sistema de Referencia POSGAR 94, según los siguientes parámetros:

Path	Sistema de Referencia	Faja	Datum	Proyección	Latitud de Origen	Falso norte	Longitud de origen	Falso este (m)	Factor de escala	Unidades
229	POSGAR 94	4	WGS84	Transverse Mercator	-90	0	-63	4.500.000	1	Metros
230		4					-63	4.500.000		
231		3					-66	3.500.000		
232		3					-66	3.500.000		
233		2					-69	2.500.000		

El modelo geométrico empleado para la georreferenciación y ortorectificación de las imágenes satelitales es el “Landsat Model Properties” de Erdas Imagine 8, que permite la georreferenciación de imágenes Landsat 5 TM y Landsat MSS, tomando como imágenes base las ya descriptas de la Universidad de Maryland y la ortorectificación a partir de la información de interferometría de imágenes radar de la misión SRTM (Shuttle Radar Topography Misión) correspondiente con la Versión 3 comandado por la NGA (National Geospatial-Inteligence Agency) y la NASA (National Aeronautics and Space Administration).

Las imágenes satelitales de base fueron obtenidas según el detalle que se indica en las tablas siguientes de Universidad de Maryland, correspondientes al proyecto Global Land Cover Facility Earth Science Data Interface y Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE).

Los criterios de selección para generar cada mosaico de imágenes satelitales fueron:

- Que las Imágenes estén libres de nubosidad.
- Que las escenas correspondientes a una misma faja del satélite Landsat sean de la misma fecha.
- Que la fecha entre fajas sea la más próxima entre sí.

Cabe aclarar, que inicialmente se planificó el empleo de imágenes solo del Satélite Landsat 5 TM, lo cual fue posible para los años 2008 y 1992; no así para la búsqueda de escenas correspondientes a la década de principios del 80´ dado que en primer lugar el Satélite Landsat 5 TM entró en órbita en el año 1984 y era objeto del presente estudio el análisis de la situación de uso del suelo a principios de las décadas de los 80´, 90´ y en la actualidad, como así también no fue viable encontrar escenas con los criterios indicados que de cobertura en el año 1984 u 1985.

Con los criterios y salvedades anteriores, las escenas (Path/Row) empleadas para la generación de los mosaicos de cada década son las siguientes:

Escenas procesadas para el Mosaico del año 1981.

Fuente: Global Land Cover Facility Earth Science Data Interface.

Path	Row	Fecha de adquisición	Satélite
246	075	26/07/1981	Landsat 2 MSS
246	076	26/07/1981	Landsat 2 MSS
246	077	26/07/1981	Landsat 2 MSS
246	078	26/07/1981	Landsat 2 MSS
247	075	27/07/1981	Landsat 2 MSS
247	076	27/07/1981	Landsat 2 MSS
247	077	27/07/1981	Landsat 2 MSS
247	078	27/07/1981	Landsat 2 MSS
248	075	28/07/1981	Landsat 2 MSS
248	076	28/07/1981	Landsat 2 MSS
248	077	28/07/1981	Landsat 2 MSS
248	078	28/07/1981	Landsat 2 MSS
249	076	29/07/1981	Landsat 2 MSS
249	077	29/07/1981	Landsat 2 MSS
249	078	29/07/1981	Landsat 2 MSS
250	077	12/07/1981	Landsat 2 MSS

Escenas procesadas para el Mosaico del año 1992.

Fuente: Global Land Cover Facility Earth Science Data Interface.

Path	Row	Fecha de adquisición	Satélite
229	076	28/08/1992	Landsat 5 TM
229	077	28/08/1992	Landsat 5 TM
229	078	28/08/1992	Landsat 5 TM
230	075	20/09/1992	Landsat 5 TM
230	076	20/09/1992	Landsat 5 TM
230	077	20/09/1992	Landsat 5 TM
230	078	20/09/1992	Landsat 5 TM
231	075	27/09/1992	Landsat 5 TM
231	076	27/09/1992	Landsat 5 TM
231	077	27/09/1992	Landsat 5 TM
231	078	27/09/1992	Landsat 5 TM
232	076	01/08/1992	Landsat 5 TM
232	077	01/08/1992	Landsat 5 TM
232	078	01/08/1992	Landsat 5 TM
233	077	07/07/1992	Landsat 5 TM

Escenas procesadas para el Mosaico del año 2008.
Fuente: Comisión Nacional de Actividades Espaciales - CONAE.
(Excepto las indicadas con * que corresponden a imágenes
obtenidas del Global Land Cover Facility Earth Science Data Interface)

Path	Row	Fecha de adquisición	Satélite
229	075	09/09/2008	Landsat 5 TM*
229	076	09/09/2008	Landsat 5 TM
229	077	09/09/2008	Landsat 5 TM
229	078	09/09/2008	Landsat 5 TM*
230	075	16/09/2008	Landsat 5 TM
230	076	16/09/2008	Landsat 5 TM
230	077	16/09/2008	Landsat 5 TM
230	078	16/09/2008	Landsat 5 TM
231	075	23/09/2008	Landsat 5 TM
231	076	23/09/2008	Landsat 5 TM
231	077	23/09/2008	Landsat 5 TM
231	078	23/09/2008	Landsat 5 TM
232	076	30/09/2008	Landsat 5 TM*
232	077	30/09/2008	Landsat 5 TM*
232	078	30/09/2008	Landsat 5 TM
233	077	07/10/2008	Landsat 5 TM

En base a las imágenes anteriormente indicadas se proyectaron la generación de los mosaicos para los años 1981, 1992 y 2008.

1.2 – Mosaico de imágenes satelitales para cada año de análisis

La generación de los mosaicos de imágenes satelitales para cada año de análisis se generó según la siguiente secuencia de procesamiento:

a) Georreferenciación de cada escena (Path/Row).
b) Para cada faja del satélite Landsat (fajas: 229, 230, 231, 232), se procedió tomando una escena de base y la ecualización de contraste posterior de las restantes que conformaban la faja, se vincularon a la imagen de base. El método empleado corresponde a la ecualización de contrastes por “RGB breakpoints set”.

c) De la misma forma se procedió a la ecualización de todas las fajas en forma independiente.
d) Una vez ecualizadas las escenas de cada faja se procedió, con el mismo método, a la ecualización entre fajas para lograr el contraste final de las 16 escenas que conformaron las 4 fajas que completan el área de la Provincia de Salta.

1.3 – Identificación del área de estudio: los bosques nativos de la provincia de Salta

El NDVI, es un Índice de Vegetación Normalizado que permite representar la vigorosidad y cantidad de vegetación, a través de su relación con la actividad fotosintética. El NDVI está significativamente relacionado con el tipo de vegetación, con las condiciones climáticas del área o ambiente, y también con el patrón espacial predominante de uso del suelo (Volante y Bianchi 2003, Chuvieco 2004).

A partir del mosaico de imágenes de la Provincia de Salta para el año 2008, se generó un Índice de Vegetación Normalizado (NDVI, algoritmo: banda4-banda3/banda4+banda3, Erdas Imagine 8; Chuvieco 2004) lo que permitió identificar el área de bosque nativo y así diferenciarlo de otras áreas y/o comunidades vegetales como los ambientes de prepuna y puna, que no son objetivo de estudio del presente proyecto. El NDVI presenta un rango de variación entre -1 a +1, siendo los valores negativos indicativos de ausencia de actividad fotosintética.

Una vez definida el área de bosque nativo por el método citado, cuando existieron dudas respecto del límite del área de bosque nativo, se corroboró a campo con el muestreo planificado que se describe mas adelante.

Una vez identificada, definida y corroborada el área de estudio (los bosques nativos de la Provincia de Salta) se consideró a esta, no solo como el área de estudio sino también como la plataforma de base para la generación de cualquier capa temática posterior.

1.4 – Clasificación no supervisada de unidades de vegetación

Dentro del área de estudio, los bosques nativos de la Provincia de Salta, se procedió a la identificación de las distintas unidades de vegetación.

En esta primera aproximación, se consideró como base las unidades fisonómicas y/o florísticas descriptas por Zapater del Castillo en "Esquema Fitogeográfico de la Provincia de Salta" (1985), quien propone las siguientes unidades:

Región	***Unidad fisonómica y/o florística***
Montes	Estepa arbustiva de valles y quebradas áridas
Yungas	Bosque subhúmedo de piedemonte y serranías
	Selva Montana
	Bosque Montano
Chaco	Bosque de Quebrachos en piedemonte y llanuras estabilizadas
	Bosque de ribera de algarrobos y quebrachos
	Bosque de Quebrachos y Palo Santo en llanuras deprimidas
	Bosque de Quebrachos con Palo Santo en llanuras aluviales
	Bosque de Quebrachos y Palo Santo con palmares en áreas deprimidas salinas
	Arbustal en bajadas aluviales
	Peladar, Algarrobal y bosque asociado a madrejones.
	Bosque chaqueño de serranía
	Bosque transicional de Quebrachos y Cebil en piedemonte.

En este contexto para identificar las unidades descriptas u otras, en el mosaico de imágenes satelitales del año 2008 se procedió a efectuar una clasificación no supervisada empleando el método propuesto por Volante *et. al.* (2004) con modificaciones de procesamiento; que permite identificar una primera aproximación de la cobertura del suelo y, en base a esta definir la leyenda posterior.

La clasificación no supervisada se efectuó empleando el algoritmo ISODATA (Erdas Imagine 8) y sobre las bandas 4, 3 y 1 del área de estudio, a fin de reducir

"ruidos" o la dispersión de niveles digitales procedentes de otras bandas, los parámetros considerados para la clasificación no supervisada fueron: 15 interacciones como máximo y un umbral de convergencia del 95 %.

El producto de esta clasificación no supervisada permitió el reconocimiento de clases dominantes y la identificación de clases no objeto de estudio que fueron separadas para disminuir la dispersión de niveles digitales, las clases separadas fueron las correspondientes a: áreas urbanas, áreas rurales, forestaciones, espejos de agua, cursos de agua, llanura de inundación sin vegetación de ríos, nubes, áreas afectadas por incendios y suelo desnudo. También se eliminó la clase correspondiente a uso del suelo agropecuario cuya detección como unidad del paisaje se describe mas adelante.

Con las clases separadas se efectuó una máscara (Mask, Erdas Imagine 8) donde todas las clases separadas del análisis se codificaron a 0 (cero) para su superposición con el mosaico del año 2008, de modo tal de obtener un raster con la mayor superficie de bosque nativo sin áreas que no son objeto de estudio, para posteriormente reclasificarlo nuevamente, mediante una clasificación no supervisada (algoritmo ISODATA) con las bandas 5, 4, 3, y 1. A esta segunda clasificación se corrieron las funciones de Sieve y Clump (Erdas Imagine 8) que permiten el primero eliminar píxeles sueltos por el método de vecino más próximo (Minimum size = 2 píxeles) y el segundo agrupa y combina clases adyacentes (Connected neighbors = 8 píxeles). Finalmente en las áreas necesarias, se recodificaron visualmente las dispersiones de píxeles restantes.

El producto final permitió así definir las clases de interés orientadas a la identificación de patrones espaciales de las unidades de vegetación anteriormente citadas, que permitió plantear el muestreo a campo para definir las clases de entrenamiento para la clasificación supervisada.

1.5 – Muestreo de campo y selección de áreas de entrenamiento

Para efectuar el muestreo de campo, que permita identificar las áreas de entrenamiento a emplear posteriormente en la clasificación supervisada, se empleó la siguiente secuencia metodológica:

a) Sobre el resultado de la clasificación no supervisada, se superpuso la capa de caminos del SIG 250 – IGM.
b) Sobre la red de caminos de toda el área de bosque nativos se seleccionaron las rutas y caminos secundarios de transitabilidad permanente.
c) Sobre cada unidad de vegetación que era viable de acceder por los caminos identificados, se seleccionaron puntos de muestreo representativos de la clase registrada.
d) Cuando en las transectas de muestreo (rutas y/o caminos), no se identificaron unidades de vegetación representativas o no se pudo diferenciar unidades a partir de la clasificación no supervisada, se optó por un muestreo sistemático, donde se tomó en la transecta una muestra cada 3 km.
e) En los casos donde las unidades de vegetación eran claramente discernibles, en la transecta de muestreo se tomó una muestra por unidad y en cada cambio identificado en la clasificación no supervisada sobre la transecta.
f) En campo sobre cada punto de muestreo se tomaron los siguientes parámetros:
    - Coordenadas de GPS para su georreferenciación y posterior ubicación.
    - Estratos representativos del bosque: relacionados con la altura de los árboles dominantes en el punto de muestreo. En cada estrato identificado, se registraron las especies dominantes por su representatividad. Por ejemplo: Estrato 1: hasta 5 m., Mistol Garabato, Tala y Tusca. Estrato 2: de 5 m. a 16 m., Quebracho colorado, Quebracho blanco, Algarrobo negro, Mistol y Tala.
    - Cobertura: porcentaje de cobertura del suelo por el estrato arbóreo.
    - Representatividad: relacionada con la presencia dominante en abundancia relativa de las especies arbóreas, por ejemplo Dominancia de Cebiles o Cebilar.
    - Observaciones: datos relacionados que permitan la vinculación de lo observado en campo con la clase resultante de la clasificación de los

niveles digitales. Por ejemplo: área de bajos inundables asociados a Algarrobales.

- Fotografías: se tomaron fotografías que sean representativas del paisaje observado.
- Observación de Fotografías: datos que destaquen algún rasgo del paisaje que permita posteriormente caracterizar el punto de muestreo.
- Con la información de campo se generó una base de datos georreferenciada donde se sistematizó la información indicada. Cada puntos de muestreo tomado con GPS, se vinculó a la una base de datos que contiene los parámetros registrados a campo.

Las áreas proyectas a tomar muestras fueron:

Sector de la Provincia de Salta	**Zonas**
Centro Sur	Guachipas
	La Viña
	Chicoana
	Cafayate
Centro Este	La Candelaria
	Rº de la Frontera
	Metán
	Anta
Nor-Oeste y Nor-Este	Orán
	San Martín
Este	Rivadavia

1.6 – Clasificación supervisada para la identificación de unidades de vegetación

Con las áreas de entrenamiento definidas a partir del muestreo de campo descripto en el apartado anterior, se procedió a programar la clasificación supervisada según la siguiente secuencia metodológica:

1. La base para esta etapa es el mosaico de imágenes satelitales del año 2008, resultante de la eliminación de las clases que no eran objeto de

estudio, es decir el mosaico final que contenía solo el área de bosque nativo de la provincia de Salta, tal cual se explica en el apartado 1.4.

2. Sobre el mosaico indicado, con las áreas de entrenamiento definidas a partir del muestreo de campo se generaron las áreas de interés patrón para identificar cada unidad de vegetación definida.
3. De cada una de estas áreas de interés patrón se obtuvo la firma espectral que caracterizará la unidad de vegetación a identificar posteriormente en la clasificación supervisada.
4. Una vez definidas las áreas de interés, se programó la clasificación supervisada en Erdas Imagine 8.
5. La imagen final resultante de la clasificación supervisada, fue recodificada a las clases correspondientes a la leyenda identificada.
6. Posteriormente se aplicó el filtro Majority (Neighborhood functions, kernel size = 5x5 de Erdas Imagine 8).
7. Luego, se procedió a efectuar el control y recodificación visual del producto resultante.
8. Se corrió a este ultimo producto un Clump (Connected Neighbors = 8x8 Erdas Imagine 8).
9. Al raster resultante del proceso anterior se le aplicó un Eliminate (Minimum = 10 pixels Erdas Imagine 8).
10. Finalmente se vectorizó el producto raster final con una tolerancia de 31 metros.
11. El vector resultante se proceso finalmente en Arc View 3.2 donde se aplicaron los siguientes procesos: Eliminate (Minimum = 1 pixels Arc View 3.2) que permite asignar polígonos con un tamaño de hasta 1 píxeles al vecino mas próximo, luego se corrió un Dissolve por Grid Code, y finalmente se aplicó nuevamente un Eliminate por superficie (2ha.) y por Grid Code exceptuando las clases que pudieran estar representadas por pequeñas superficies que fueron las clases 2, 3, 4, 12, 13, 26, 29, y 31 (suelo desnudo, agua, bosque de ribera, pastizal de altura, bosque montano, áreas agrícolas, playa inundable y áreas urbanas correspondientemente).

1.7 –Control estadístico de la superficie clasificada

El segundo muestreo de campo para efectuar el control estadístico del mapa de cobertura final, se diseñó en base a la siguiente metodología:

a) Sobre el mosaico de imágenes del año 2008, se superpusieron los tracks tomados con GPS durante el primer muestreo de campo y se anexaron además rutas que no fueron relevadas en el primer trabajo de campo, las mismas se obtuvieron del SIG 250 - IGM.
b) Sobre los tracks de GPS y rutas se generaron puntos de muestreo cada 3 kilómetros que no coincidan con las muestras tomadas para las áreas de entrenamiento.
c) La unidad de muestreo es un círculo de 2 hectáreas, con un radio de 80 m. que se considera el radio de visión para caracterizar la unidad de vegetación que se esta observando en campo.
d) En cada muestra se tomaron, las coordenadas de GPS para su posterior ubicación y la unidad de vegetación que se estaba observando de acuerdo a la leyenda resultante del mapa de cobertura final. También se tomaron fotografías de cada unidad de vegetación para luego incorporar en la descripción de la leyenda.

Con los datos de campo del muestreo de control, se procedió a programar la Matriz de Confusión (Richards 1993, Cambpell 1996, Chuvieco 2004), para evaluar la confiabilidad del mapa de cobertura obtenido, esta permite sustentar si los mapas obtenidos mediante técnicas de procesamiento de imágenes satelitales son lo suficientemente confiables o no, para ser empleados en otros estudios cartográficos en el área de estudio.

La matriz de confusión se calculó en base a la siguiente metodología:

1. Con las muestras de campo, círculos de 2 hectáreas, se sistematizo la base de datos con los siguientes campos: *C_Muestras* (corresponde con el número de muestra), *C_Unidad* (corresponde con la unidad de vegetación identificada en campo) y *C_Area* (es el área por unidad de vegetación identificada en la muestra). Cabe aclarar que la nomenclatura *C_* consignada en cada columna de la base de datos, es para diferenciar las muestras de campo (C) de las muestras tomadas

del mapa de cobertura final que se identifican con una İ que indican datos obtenidos de la imagen clasificada.

2. Con los círculos de 2 ha. correspondientes a las muestras de campo, pero sin base de datos y solo respetando el mismo número de muestra, se procedió a efectuar una intersección (Intersect Arc View 3.2), del mapa de cobertura final con las muestras, a fin de obtener la información en cada muestra de la unidad de vegetación resultante del mapa final de vegetación.
3. La base de datos estructurada para las muestras resultantes del mapa de cobertura es la siguiente: *I_Muestras* (corresponde con el número de muestra), *I_Unidad* (corresponde con la unidad de vegetación identificada en el mapa de cobertura) y *I_Area* (es el área por unidad de vegetación identificada en la muestra).
4. Con las muestras resultantes del campo y del mapa de cobertura se procedió a calcular la Matriz de Confusión (Richards 1993, Campell 1996, Chuvieco 2004) para el control estadístico de la confiabilidad del mapa de cobertura y análisis de los errores de omisión y comisión.

Otro estadístico muy empleado para caracterizar la significancia de un producto cartográfico es el Índice Kappa. Este índice mide la diferencia entre la concordancia de los datos de campo con los obtenidos por la clasificación supervisada y el que cabría esperar simplemente por azar. Su cálculo es el siguiente:

$$K= [N \times SD) - SR] / N^2 – SR$$

Donde N = totales observados; SD = es la suma de la diagonal de la matriz de confusión; SR = es la suma promedio de los residuales.

1.8 – Corrección y generación del modelo digital de elevación del terreno (MDT), modelo digital de pendientes del terreno (MDPT) y curvas de nivel

Corrección del modelo digital de elevación del SRTM

Se tomó como fuente para la generación de los modelos digitales, la información de interferometría de radar de la misión SRTM (Shuttle Radar Topography Misión) correspondiente con la Versión 3 comandado por la NGA (National Geospatial-Inteligence Agency) y la NASA (National Aeronautics and Space Administration),

Para la generación del Modelo Digital de Elevación del Terreno (MDET), se procedió en primera instancia a evaluar cual era el grado de correspondencia entre los valores de altura aportados por el SRTM y los puntos acotados del IGM (SIG 250 IGM), con el objetivo de validar el modelo del SRTM con puntos de control (Cotas del IGM) y ajustarlos posteriormente.

La metodología de base corresponde a la propuesta por Moore 2003, INTA Marcos Juárez, en donde se procedió en primera instancia a delimitar la red de puntos acotados del IGM y del SRTM de la Provincia de Salta, y posteriormente programar una vinculación espacial de datos entre los valores de altura del IGM (puntos control) y los valores aportados por el SRTM. Para ello se empleó la herramienta Spatial Join (Arc View 3.2) que permite generar un nuevo shape con los puntos donde existe intersección entre ambas variables. Un vez obtenidas las muestras correspondientes a los valores de altitud IGM,SRTM se procedió a calcular el coeficiente de Pearson (R) con el objetivo de cuantificar la intensidad de la correlación lineal entre ambas variables.

Si el coeficiente de correlación resultara significativo (R^2 próximo a +1 o -1) se procederá a estimar la recta que mejor ajuste a la nube de puntos y así corregir los valores de SRTM a partir de la recta de regresión.

Generación del MDET, MDPT y curvas de nivel

A partir del modelo del SRTM Versión 3 corregido (bajo el supuesto que resulte significativo), se procedió a programar la generación del Modelo Digital de Elevación

del Terreno (MDET), Modelo Digital de Pendientes del Terreno (MDPT) y Curvas de Nivel.

El procedimiento empleado consistió en la exportación del DEM a formato GRID, posteriormente a partir de la función “Topographic Analisis” y “Surface Slope” de Erdas Imagine 8, se generó el Modelo Digital de Pendientes del Terreno expresado en unidades de porcentaje.

La leyenda a definir siguió la siguiente nomenclatura:

Pendiente baja: si $p < 3$.
Pendiente Moderada: si $3 \leq p < 10$.
Pendiente Media: si $10 \leq p < 25$.
Pendiente Alta: si $25 \leq p < 50$.
Pendiente Muy Alta: si $p > 50$.

Para la generación de las curvas de nivel se partió del mismo GRID al que se aplicó el algoritmo “Topographic Analisis – Raster Contour” de Erdas Imagine 8, para generar curvas a un equidistancia de 50 y 100 m. El producto resultante fue vectorizado y se corrieron filtros de reducción y suavizado de vértices (Generalizes/Smoothes vértices) para generar las curvas de nivel finales.

1.9 - Análisis multitemporal de cambio de uso del suelo para los años 1981, 1992 y 2008

Para generar las capas temáticas de cambio de uso del suelo, se procedió en primer instancia a seleccionar las bandas 3 y 4 a las que se les aplicó un filtro de paso alto empleando “Matrices Laplacianas”, que permitió resaltar los contrastes espaciales entre píxeles vecinos destacando cambios lineales (Chuvieco 2004). Esto permitió resaltar las áreas de suelo desnudo de las de bosque nativo para el año 2008, obteniendo así la capa de lotes con uso agropecuario para dicho año, otras detecciones como cursos de agua, caminos, rutas y picadas fueron eliminadas del análisis.

Una vez generado el modelo raster de lotes de uso agropecuario para el año 2008, se vectorizó y filtró todos aquellos polígonos con una superficie inferior a 1 ha.

Finalmente, para generar las capas de uso del suelo con fines agropecuarios para los años restantes, se superpuso digitalmente la capa temática de uso agropecuario del año 2008 sobre el mosaico de imágenes del año 1992, posteriormente se procedió por interpretación visual a editar (Cut, Mirror, Modify, Create; Adavance Editing de Arc View 3.2) para obtener la capa de lotes agropecuarios del año 1992. Del mismo modo se procedió para la obtención de lotes del año 1981 a partir de la capa del año 1992.

Para generar los mapas de cobertura correspondientes al año 1992 y 1981, se procedió del siguiente modo:

1. Para identificar el área de bosque nativo existente al año 1981 y que fue transformada, se procedió a programar una clasificación supervisada con la misma base metodológica indicada en el apartado 1.6 y tomando como base las firmas espectrales de las áreas de interés patrón detectadas por el muestreo de campo, cuando las firmas no fueron correlacionables con la imagen del año 1981, se procedió a la identificación de áreas de interés por interpretación visual basándonos en los muestreos de campo.
2. De acuerdo a lo expuesto, pudo inferirse las unidades de vegetación presentes en el año 1981 y que incluye las presentes en el año 1992, que posteriormente fueron transformadas a otros usos.
3. Finalmente se corrió un Erase (Arc View 3.2) entre el mapa de cobertura del año 1981 con el área de uso agropecuario para el año 1992, de tal modo que permitió identificar la superficie por unidad de vegetación transformada desde el año 1981. De igual modo se procedió para el año 2008.

1.10 - Generación de capas temáticas e integración en la plataforma SIG

La cartografía de base a incorporar en el SIG, corresponden a las aportadas por el SIG 250 del Instituto Geográfico Militar (IGM), la Administración de Parques Nacionales (APN) y Ministerio de Ambiente de la Provincia de Salta, estas capas fueron corregidas digitalmente por interpretación visual sobre el mosaico de

imágenes satelitales del año 2008, para incorporar al SIG las siguientes capas de interés:

Limites departamentales.

Localidades.

Red vial y férrea.

Red hidrográfica.

Áreas de parques naciones y reservas provinciales.

VI – RESULTADOS

Cabe aclarar que todas las bases de datos y planos a una resolución 300 dpi, se presentan en los DVD adjuntos del presente estudio para una mejor interpretación visual de los planos. No obstante también se incorporaron en el presente informe los planos resultantes pero a una menor resolución.

1.1 – Imágenes satelitales de base y georreferenciación

Para el mosaico del año 1981, se georreferenciaron un total de 14 imágenes satelitales del Satélite Landsat 2 MSS, que daban una cobertura total de la Provincia de Salta. El error medio cuadrático (RMS) para cada imagen fue en todos los casos inferior a 1 píxel.

Para los mosaicos del año 1992 y 2008, se georreferenciaron un total de 15 y 16 imágenes por mosaico respectivamente, las imágenes satelitales corresponden al Satélite Landsat 5 TM, en ambos casos los mosaicos dan una cobertura completa de la Provincia de Salta. El error medio cuadrático (RMS) para cada imagen fue en todos los casos inferior a 1 píxel.

1.2 – Mosaico de imágenes satelitales para cada año de análisis

Las imágenes y fajas seleccionadas para la ecualización de cada mosaico fueron las que se detallan a continuación:

a) Mosaico año 1981:

- Faja 246, se ecualizó en base a la imagen 246/077.
- Faja 247, se ecualizó en base a la imagen 247/077.
- Faja 248, se ecualizó en base a la imagen 248/077.
- Faja 249, se ecualizó en base a la imagen 249/077.
- Imagen 250/077, se ecualizó en base a la imagen 249/077.
- La faja de base para la ecualización final del mosaico seleccionada fue la faja 248.

b) Mosaico año 1992:

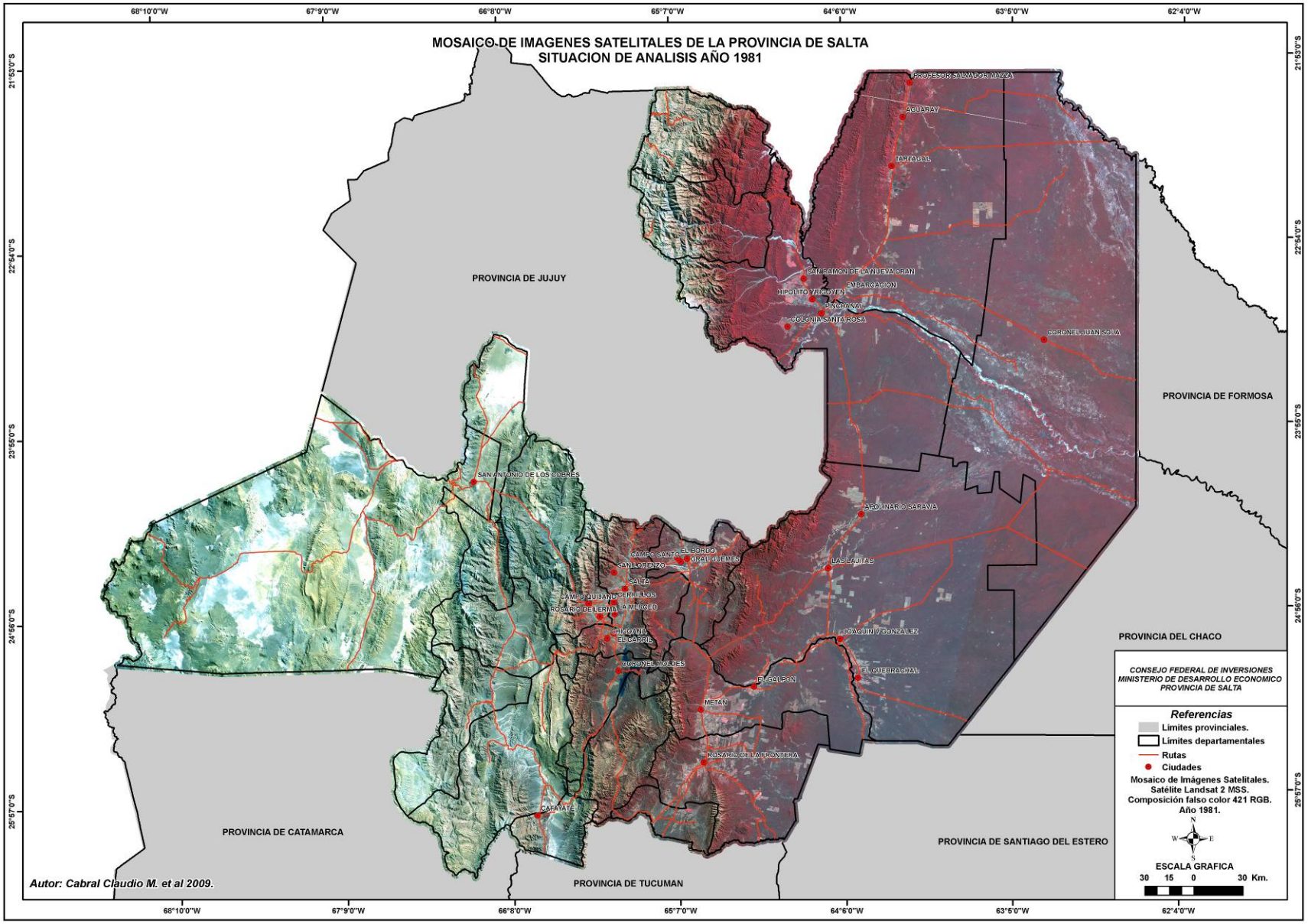
- Faja 229, se ecualizó en base a la imagen 229/076.
- Faja 230, se ecualizó en base a la imagen 230/077.
- Faja 231, se ecualizó en base a la imagen 231/077.
- Faja 232, se ecualizó en base a la imagen 232/076.
- Imagen 233/077, se ecualizó en base a la imagen 232/076.
- La faja de base para la ecualización final del mosaico seleccionada fue la faja 230.

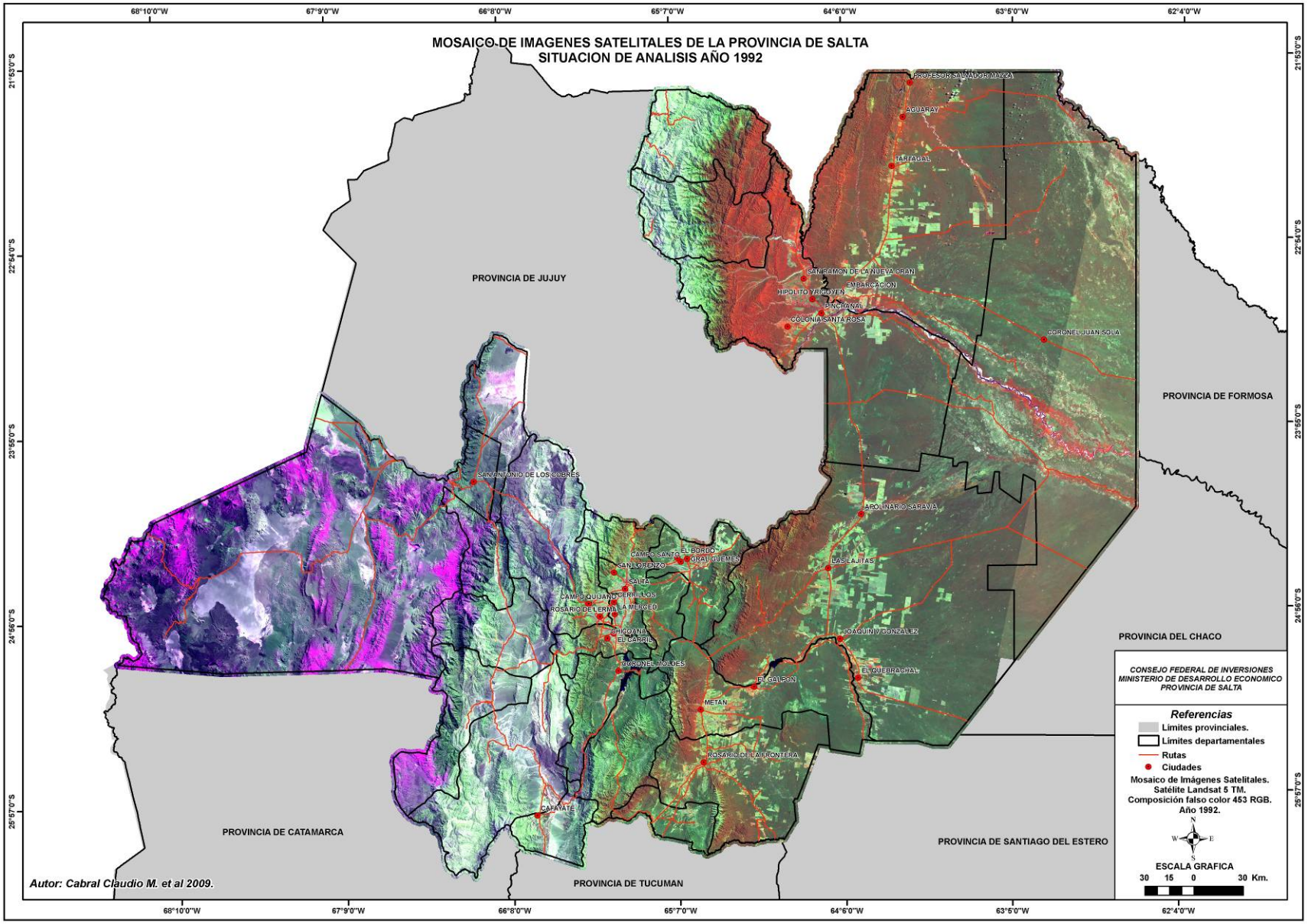
Para este mosaico, cabe aclarar, que la diferencia de tonalidades observadas entre la faja 229 y 230, se debe a que no se obtuvieron imágenes de fecha próxima libre de nubosidad, por lo que se seleccionó la primer fecha mas próxima a las escenas de la faja 230 libre de nubosidad (ver tabla de imágenes empleadas para el mosaico).

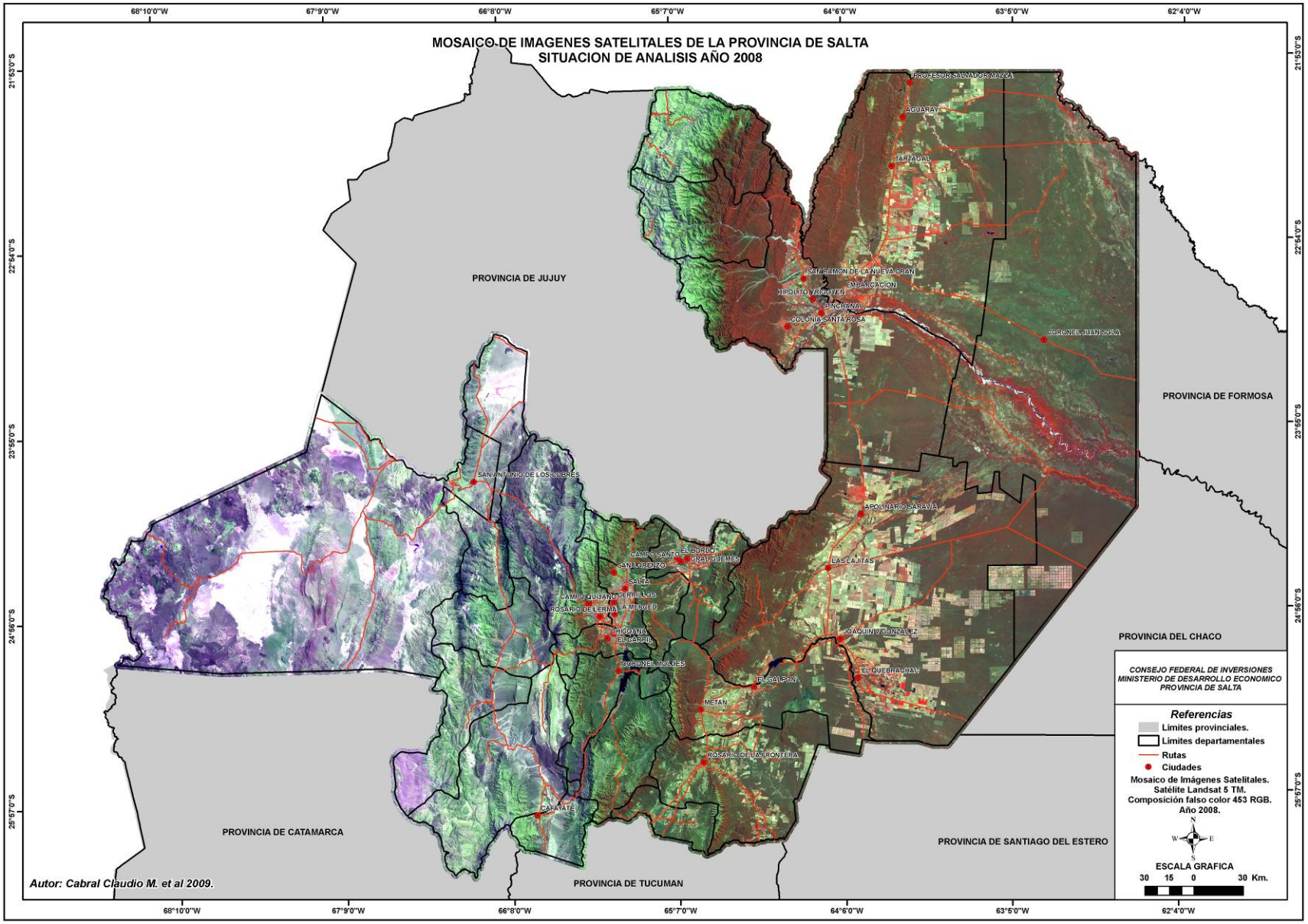
c) Mosaico año 2008:

- Faja 229, se ecualizó en base a la imagen 229/077.
- Faja 230, se ecualizó en base a la imagen 230/077.
- Faja 231, se ecualizó en base a la imagen 231/077.
- Faja 232, se ecualizó en base a la imagen 232/077.
- Imagen 233/077, se ecualizó en base a la imagen 232/077.
- La faja de base para la ecualización final del mosaico seleccionada fue la faja 231.

A continuación se presentan los mosaicos generados para cada año de análisis (en los DVD adjuntos se encuentran los mismos en formato digital con su resolución de procesamiento original).


MOSAICO DE IMAGENES SATELITALES DE LA PROVINCIA DE SALTA
SITUACION DE ANALISIS AÑO 1981
68°10'0"W
67°9'0"W
66°8'0"W
65°7'0"W
64°6'0"W
63°5'0"W
62°4'0"W
21°53'0"S
22°54'0"S
23°55'0"S
24°56'0"S
25°57'0"S
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
PROVINCIA DEL CHACO
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE CATAMARCA
PROFESOR SALVADOR MAZZA
AGUARAY
TARTAGAL
SAN RAMON DE LA NUEVA ORAN
EMBARCACION
HIPOLITO YRIGOYEN
EL CEIBAL
COLONIA SANTA ROSA
CORONEL JUAN SOLA
SAN ANTONIO DE LOS COBRES
APOLINARIO SARAVIA
LAS LAJITAS
CAMPO SANTO
EL BORDO
GRAL GUEMES
SAN LORENZO
SALTA
CAMPO QUIJANO
PERILLOS
ROSARIO DE LERMA
LA VERGEL
CHICOANA
EL CARRIL
CORONEL MOLDES
JOAQUIN V GONZALEZ
EL QUEBRACHAL
EL GALPON
METAN
ROSARIO DE LA FRONTERA
CAFAYATE
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Límites provinciales.
Límites departamentales
Rutas
Ciudades
Mosaico de Imágenes Satelitales.
Satélite Landsat 2 MSS.
Composición falso color 421 RGB.
Año 1981.
N
W
E
S
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.
Autor: Cabral Claudio M. et al 2009.


MOSAICO DE IMAGENES SATELITALES DE LA PROVINCIA DE SALTA
SITUACION DE ANALISIS AÑO 1992
68°10'0"W
67°9'0"W
66°8'0"W
65°7'0"W
64°6'0"W
63°5'0"W
62°4'0"W
21°53'0"S
22°54'0"S
23°55'0"S
24°56'0"S
25°57'0"S
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
PROVINCIA DEL CHACO
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE CATAMARCA
PROFESOR SALVADOR MAZZA
AGUARAY
TARTAGAL
SAN RAMON DE LA NUEVA ORAN
EMBARCACION
HIPOLITO YRIGOYEN
ENCANAL
COLONIA SANTA ROSA
CORONEL JUAN SOLA
SAN ANTONIO DE LOS COBRES
APOLINARIO SARAVIA
EL BORDO
CAMPO SANTO
GRAL GUEMES
SAN LORENZO
SALTA
LAS LAJITAS
CAMPO QUIJANO
CERRILLOS
ROSARIO DE LERMA
LA MERCED
CHICOANA
EL CARRIL
JOAQUIN V GONZALEZ
CORONEL MOLDES
EL QUEBRACHAL
EL GALPON
METAN
ROSARIO DE LA FRONTERA
CAFAYATE
Autor: Cabral Claudio M. et al 2009.
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Límites provinciales.
Límites departamentales
Rutas
Ciudades
Mosaico de Imágenes Satelitales.
Satélite Landsat 5 TM.
Composición falso color 453 RGB.
Año 1992.
N
W
E
S
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.

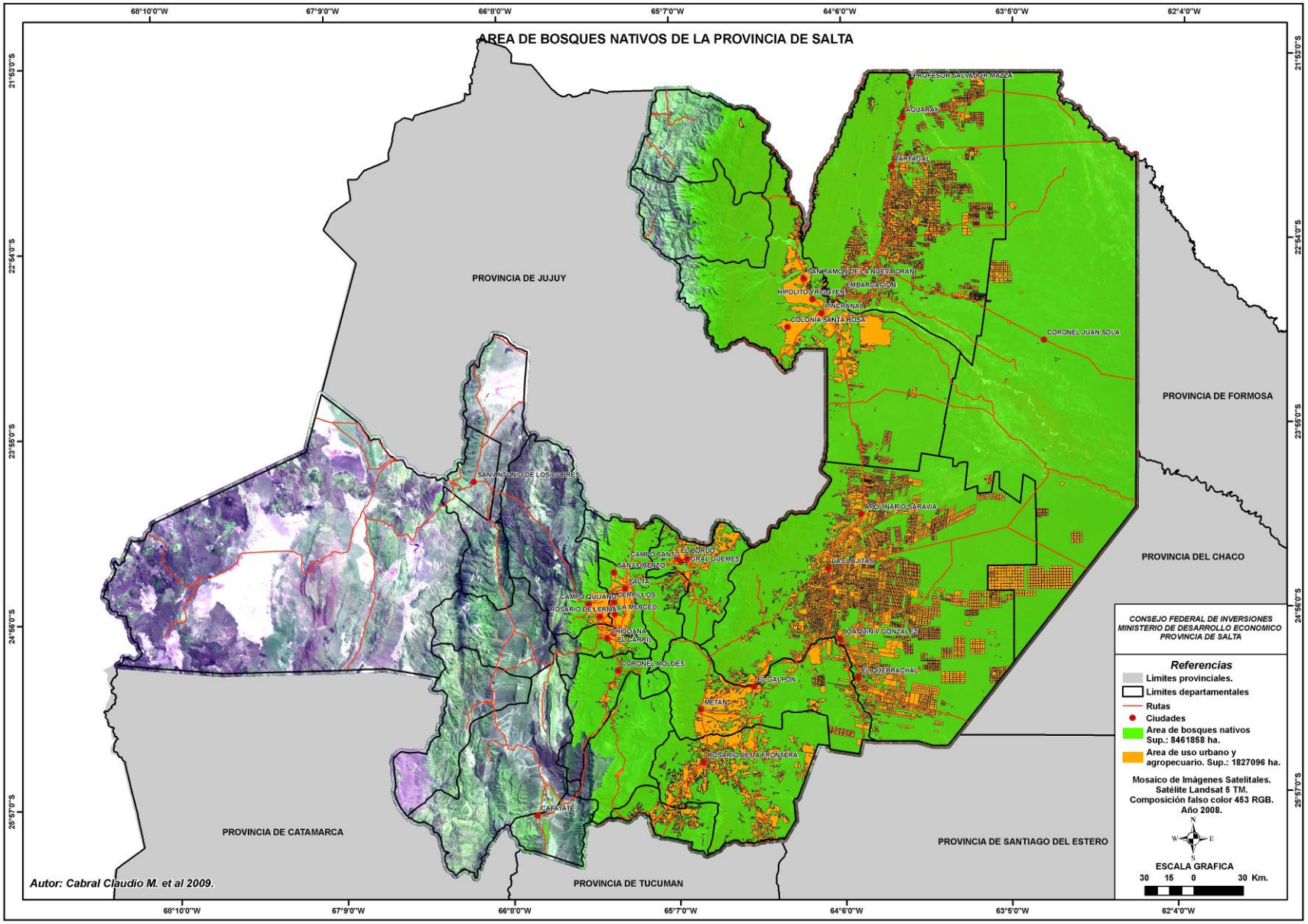

MOSAICO DE IMAGENES SATELITALES DE LA PROVINCIA DE SALTA
SITUACION DE ANALISIS AÑO 2008
68°10'0"W
67°9'0"W
66°8'0"W
65°7'0"W
64°6'0"W
63°5'0"W
62°4'0"W
21°53'0"S
22°54'0"S
23°55'0"S
24°56'0"S
25°57'0"S
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
PROVINCIA DEL CHACO
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE CATAMARCA
PROFESOR SALVADOR MAZZA
AGUARAY
TARTAGAL
SAN RAMON DE LA NUEVA ORAN
EMBARCACION
HIPOLITO YRIGOYEN
ENCEPANO
COLONIA SANTA ROSA
CORONEL JUAN SOLA
SAN ANTONIO DE LOS COBRES
APOLINARIO SARAVIA
CAMPO SANTO
EL BORDO
GRAL GUEMES
SAN LORENZO
SALTA
LAS LAJITAS
CAMPO QUIJANO
PERILLOS
ROSARIO DE LERMA
LA VERDEL
CHICOANA
EL CARRIL
JOAQUIN V GONZALEZ
CORONEL MOLDES
EL QUEBRACHAL
EL GALPON
METAN
ROSARIO DE LA FRONTERA
CAFAYATE
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Límites provinciales.
Límites departamentales
Rutas
Ciudades
Mosaico de Imágenes Satelitales.
Satélite Landsat 5 TM.
Composición falso color 453 RGB.
Año 2008.
N
W
E
S
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.
Autor: Cabral Claudio M. et al 2009.

1.3 – Identificación del área de estudio: los bosques nativos de la provincia de Salta

Se identificó para la Provincia de Salta, una superficie total de bosques nativos hasta Setiembre del año 2008, de 8461858 ha., que incluye las regiones fitogeográfica de las Yungas, Chaco, parte de la región del Monte y áreas de Pastizal de altura que se encuentran incluidas dentro del límite del área de estudio, los bosques nativos.

Mas adelante se efectúa un análisis del avance del área de uso agropecuario, pero cabe destacar que a la fecha última de análisis del mosaico de imágenes satelitales, Setiembre de 2008, la superficie de uso agropecuario identificada es de 1808588 ha. y las áreas urbanas detectadas (a la escala de análisis) es de 18508 ha. aproximadamente.

A continuación se presenta el Plano del Área de Bosque Nativo para la Provincia de Salta.


AREA DE BOSQUES NATIVOS DE LA PROVINCIA DE SALTA
68°10'0"W
67°9'0"W
66°8'0"W
65°7'0"W
64°6'0"W
63°5'0"W
62°4'0"W
21°53'0"S
22°54'0"S
23°55'0"S
24°56'0"S
25°57'0"S
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
PROVINCIA DEL CHACO
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE CATAMARCA
PROFESOR SALVADOR MAZZA
AGUARAY
TARTAGAL
SAN RAMON DE LA NUEVA ORAN
EMBARCACION
HIPOLITO YRIGOYEN
PINCHANAL
COLONIA SANTA ROSA
CORONEL JUAN SOLA
SAN ANTONIO DE LOS COBRES
APOLINARIO SARAVIA
CAMPO SANTO
EL BORDO
GRAL GUEMES
SAN LORENZO
SALTA
LAS LAJITAS
CAMPO QUIJANO
CERRILLOS
ROSARIO DE LERMA
LA MERCED
CHICOANA
EL CARRIL
JOAQUIN V GONZALEZ
CORONEL MOLDES
EL QUEBRACHAL
EL GALPON
METAN
ROSARIO DE LA FRONTERA
CAFAYATE
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Limites provinciales.
Limites departamentales
Rutas
Ciudades
Area de bosques nativos
Sup.: 8461858 ha.
Area de uso urbano y
agropecuario. Sup.: 1827096 ha.
Mosaico de Imágenes Satelitales.
Satélite Landsat 5 TM.
Composición falso color 453 RGB.
Año 2008.
N
W
E
S
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.
Autor: Cabral Claudio M. et al 2009.

1.4 – Clasificación no supervisada de unidades de vegetación

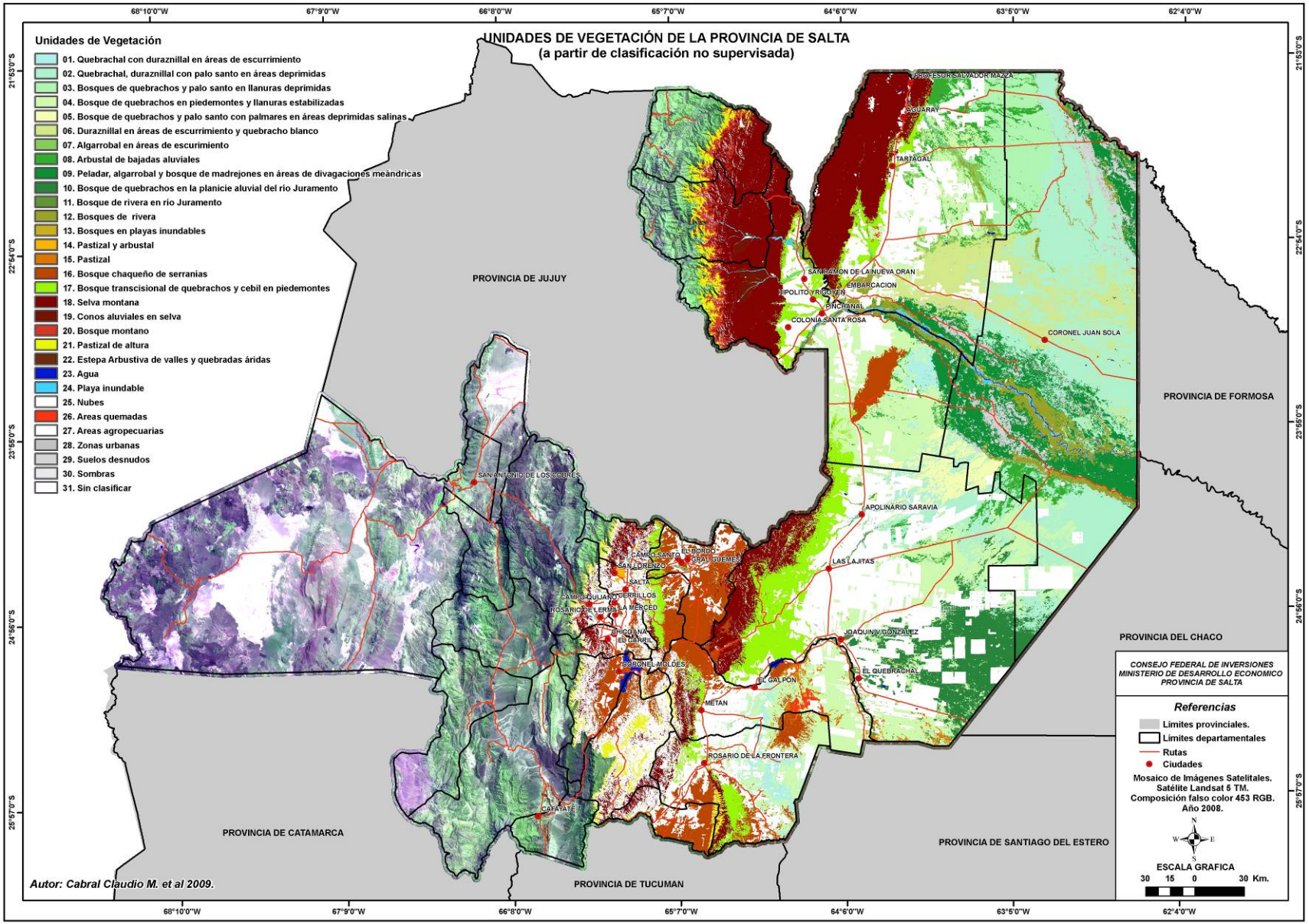
A partir de la clasificación no supervisada se identificaron un total de 31 clases, de las cuales se detectaron en esta primera aproximación un total de 23 unidades de vegetación y 8 clases correspondiente a otros elementos del paisaje.

La leyenda final detectada hasta esta etapa de proyecto son las que se describen a continuación:

Unidades de Vegetación

- **01. Quebrachal con duraznillal en áreas de escurrimiento**
- **02. Quebrachal, duraznillal con palo santo en áreas deprimidas**
- **03. Bosques de quebrachos y palo santo en llanuras deprimidas**
- **04. Bosque de quebrachos en piedemontes y llanuras estabilizadas**
- **05. Bosque de quebrachos y palo santo con palmares en áreas deprimidas salinas**
- **06. Duraznillal en áreas de escurrimiento y quebracho blanco**
- **07. Algarrobal en áreas de escurimiento**
- **08. Arbustal de bajadas aluviales**
- **09. Peladar, algarrobal y bosque de madrejones en áreas de divagaciones meándricas**
- **10. Bosque de quebrachos en la planicie aluvial del río Juramento**
- **11. Bosque de rivera en río Juramento**
- **12. Bosques de rivera**
- **13. Bosques en playas inundables**
- **14. Pastizal y arbustal**
- **15. Pastizal**
- **16. Bosque chaqueño de serranías**
- **17. Bosque transcisional de quebrachos y cebil en piedemontes**
- **18. Selva montana**
- **19. Conos aluviales en selva**
- **20. Bosque montano**
- **21. Pastizal de altura**
- **22. Estepa Arbustiva de valles y quebradas áridas**
- **23. Agua**
- **24. Playa inundable**
- **25. Nubes**
- **26. Areas quemadas**
- **27. Areas agropecuarias**
- **28. Zonas urbanas**
- **29. Suelos desnudos**
- **30. Sombras**
- **31. Sin clasificar**

A continuación se presenta el plano de unidades de vegetación obtenido a partir de la clasificación no supervisada, con la leyenda descripta anteriormente.


UNIDADES DE VEGETACIÓN DE LA PROVINCIA DE SALTA
(a partir de clasificación no supervisada)
Unidades de Vegetación
01. Quebrachal con duraznillal en áreas de escurrimiento
02. Quebrachal, duraznillal con palo santo en áreas deprimidas
03. Bosques de quebrachos y palo santo en llanuras deprimidas
04. Bosque de quebrachos en piedemontes y llanuras estabilizadas
05. Bosque de quebrachos y palo santo con palmares en áreas deprimidas salinas
06. Duraznillal en áreas de escurrimiento y quebracho blanco
07. Algarrobal en áreas de escurrimiento
08. Arbustal de bajadas aluviales
09. Peladar, algarrobal y bosque de madrejones en áreas de divagaciones meándricas
10. Bosque de quebrachos en la planicie aluvial del río Juramento
11. Bosque de rivera en río Juramento
12. Bosques de rivera
13. Bosques en playas inundables
14. Pastizal y arbustal
15. Pastizal
16. Bosque chaqueño de serranias
17. Bosque transcisional de quebrachos y cebil en piedemontes
18. Selva montana
19. Conos aluviales en selva
20. Bosque montano
21. Pastizal de altura
22. Estepa Arbustiva de valles y quebradas áridas
23. Agua
24. Playa inundable
25. Nubes
26. Areas quemadas
27. Areas agropecuarias
28. Zonas urbanas
29. Suelos desnudos
30. Sombras
31. Sin clasificar
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
PROVINCIA DEL CHACO
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE CATAMARCA
PROFESOR SALVADOR MAZZA
AGUARAY
TARTAGAL
SAN RAMON DE LA NUEVA ORAN
EMBARCACION
HIPOLITO YRIGOYEN
BINCHANAL
COLONIA SANTA ROSA
CORONEL JUAN SOLA
APOLINARIO SARAVIA
LAS LAJITAS
SAN ANTONIO DE LOS COBRES
CAMPO SANTO
EL BORDO
GRAL GUEMES
SAN LORENZO
SALTA
CAMPO QUIJANO
CERRILLOS
ROSARIO DE LERMA
LA MERCED
CHICOANA
EL CARRIL
CORONEL MOLDES
JOAQUIN V GONZALEZ
EL QUEBRACHAL
EL GALPON
METAN
ROSARIO DE LA FRONTERA
CAFAYATE
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Limites provinciales.
Limites departamentales
Rutas
Ciudades
Mosaico de Imágenes Satelitales.
Satélite Landsat 5 TM.
Composición falso color 453 RGB.
Año 2008.
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.
Autor: Cabral Claudio M. et al 2009.
68°10'0"W
67°9'0"W
66°8'0"W
65°7'0"W
64°6'0"W
63°5'0"W
62°4'0"W
21°53'0"S
22°54'0"S
23°55'0"S
24°56'0"S
25°57'0"S

1.5 – Muestreo de campo y selección de áreas de entrenamiento

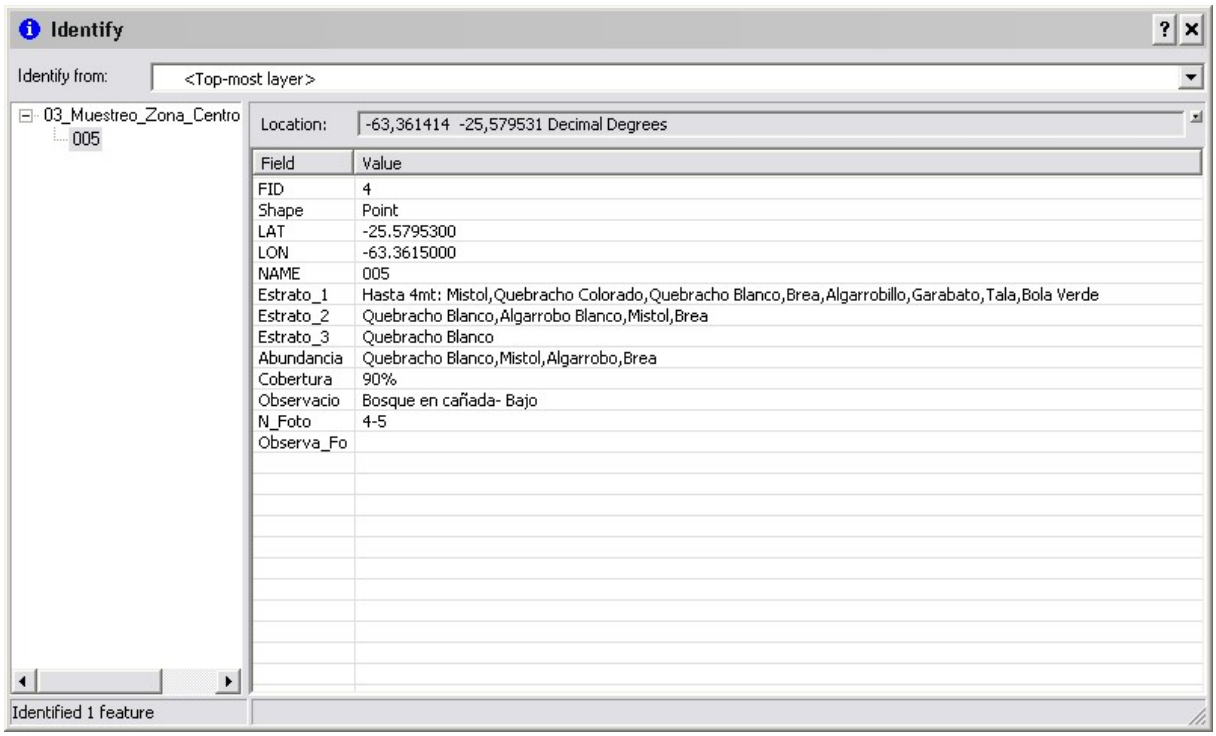
Se efectuaron un total de 403 muestras en las zonas definidas para el muestreo, que permitieron identificar y caracterizar las unidades de vegetación que a su vez fueron empleadas como áreas de entrenamiento para la clasificación supervisada.

En la siguiente tabla se presentan las campañas de muestreo, las zonas o departamentos y la cantidad de muestras tomadas en cada una.

Campaña de Muestreo	Zona/Departamentos	Nº de Muestras
1	Cafayate La Candelaria Chicoana Guachipas La Viña San Carlos	151 muestras
2	Metán La Candelaria	21 muestras
3	Anta	23 Muestras
4	Anta Orán Rivadavia	91 Muestras
5	Orán Rivadavia San Martín	77 Muestras
6	Anta San Martín Rivadavia	40 Muestras
Total muestras de campo		**403 Muestras**

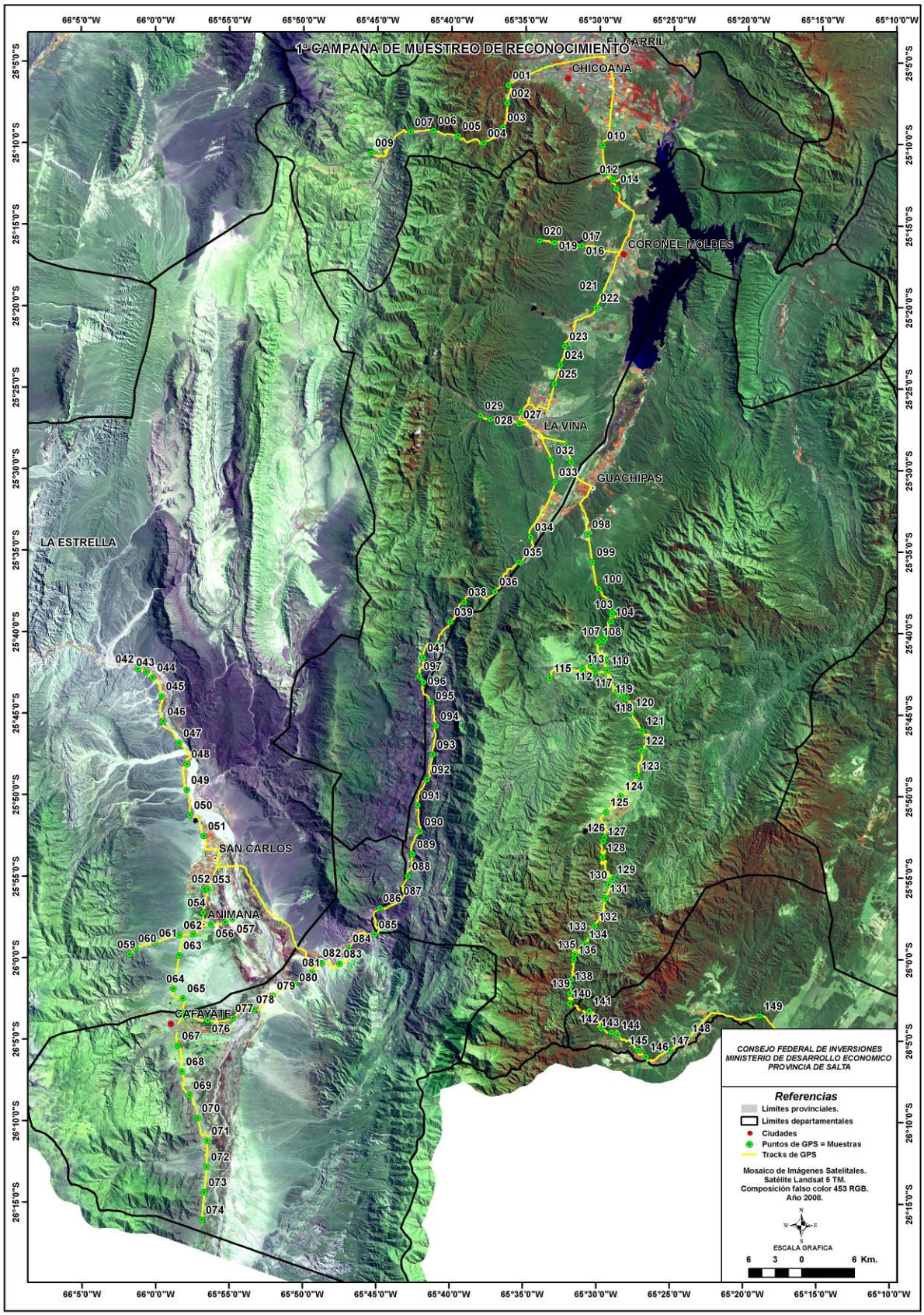
Los datos relevados a campo de cada muestra fueron sistematizados para estructurar la base de datos. En la tabla siguiente se puede observar la información sistematizada en la base de datos vinculada a cada punto de muestreo georreferenciado.

Base de datos vinculada a cada punto de GPS de muestreo con la información sistematizada.

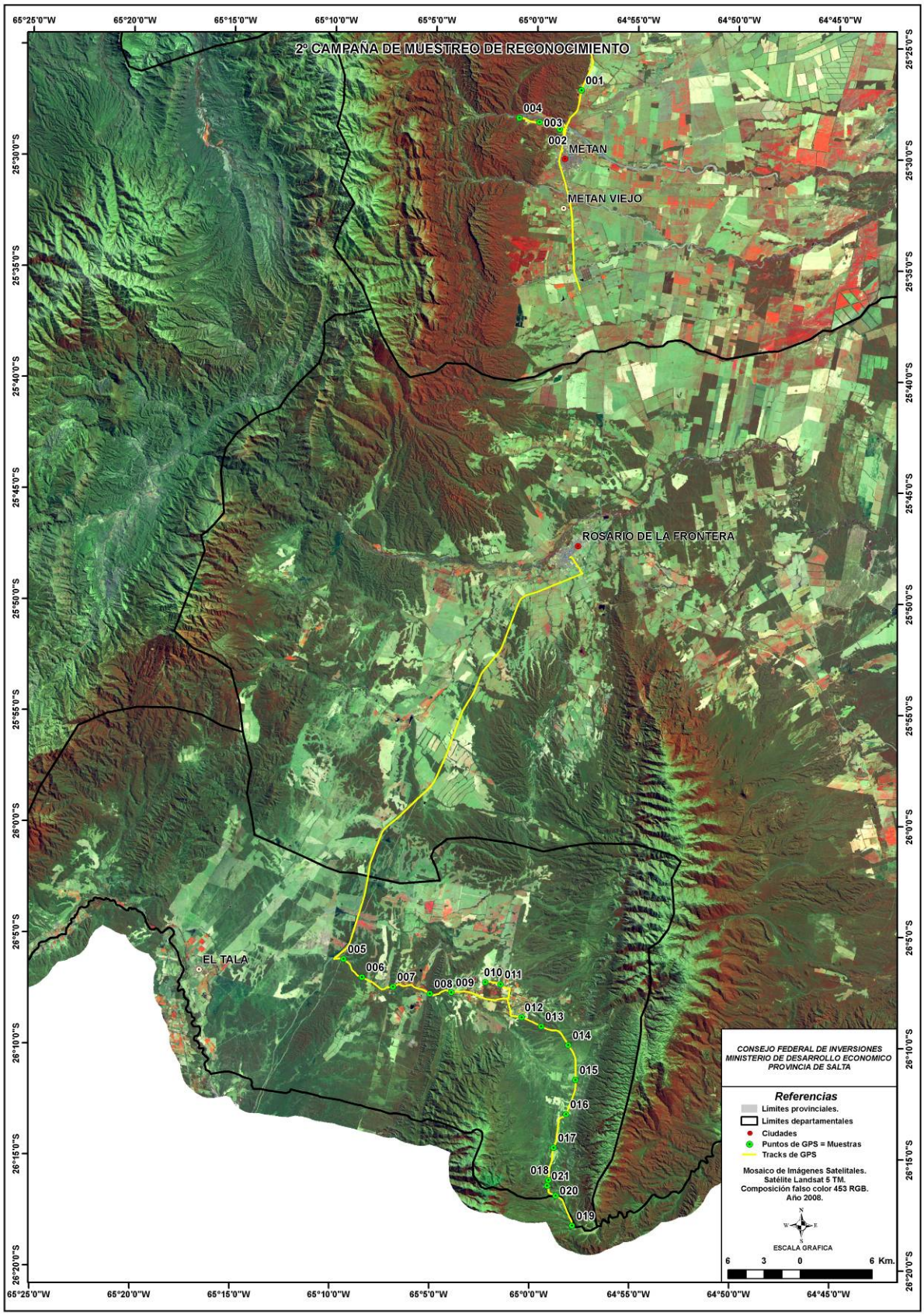


A continuación se presentan los planos de las diferentes zonas de muestreo con los respectivos puntos de GPS de las muestras tomadas. Esta base de datos y los mapas correspondientes puede ser consultada en el DVD del SIGBNSA, para todos los puntos de muestreo de campo.

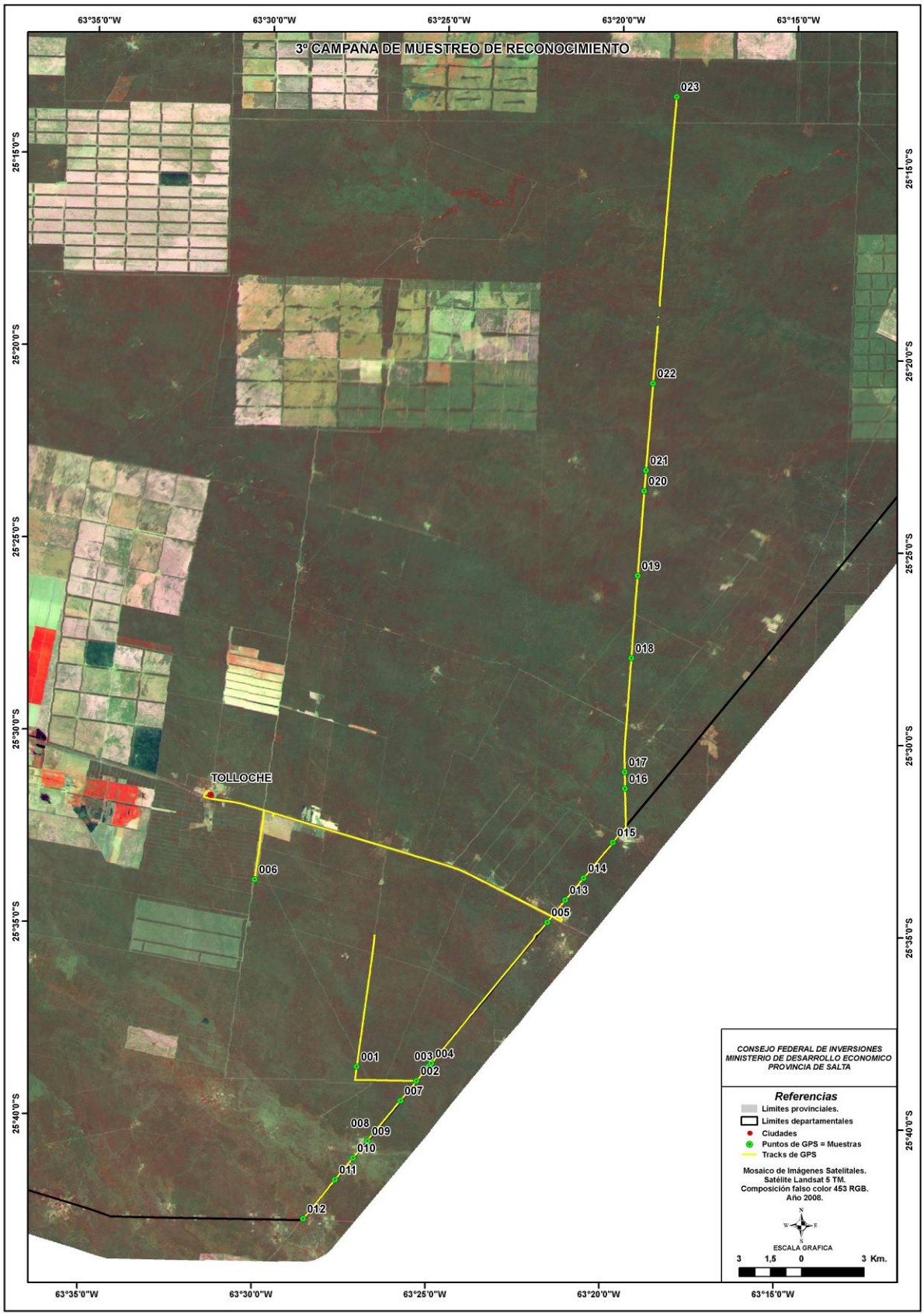
Plano de 1º Campaña de Muestreo de Reconocimiento.



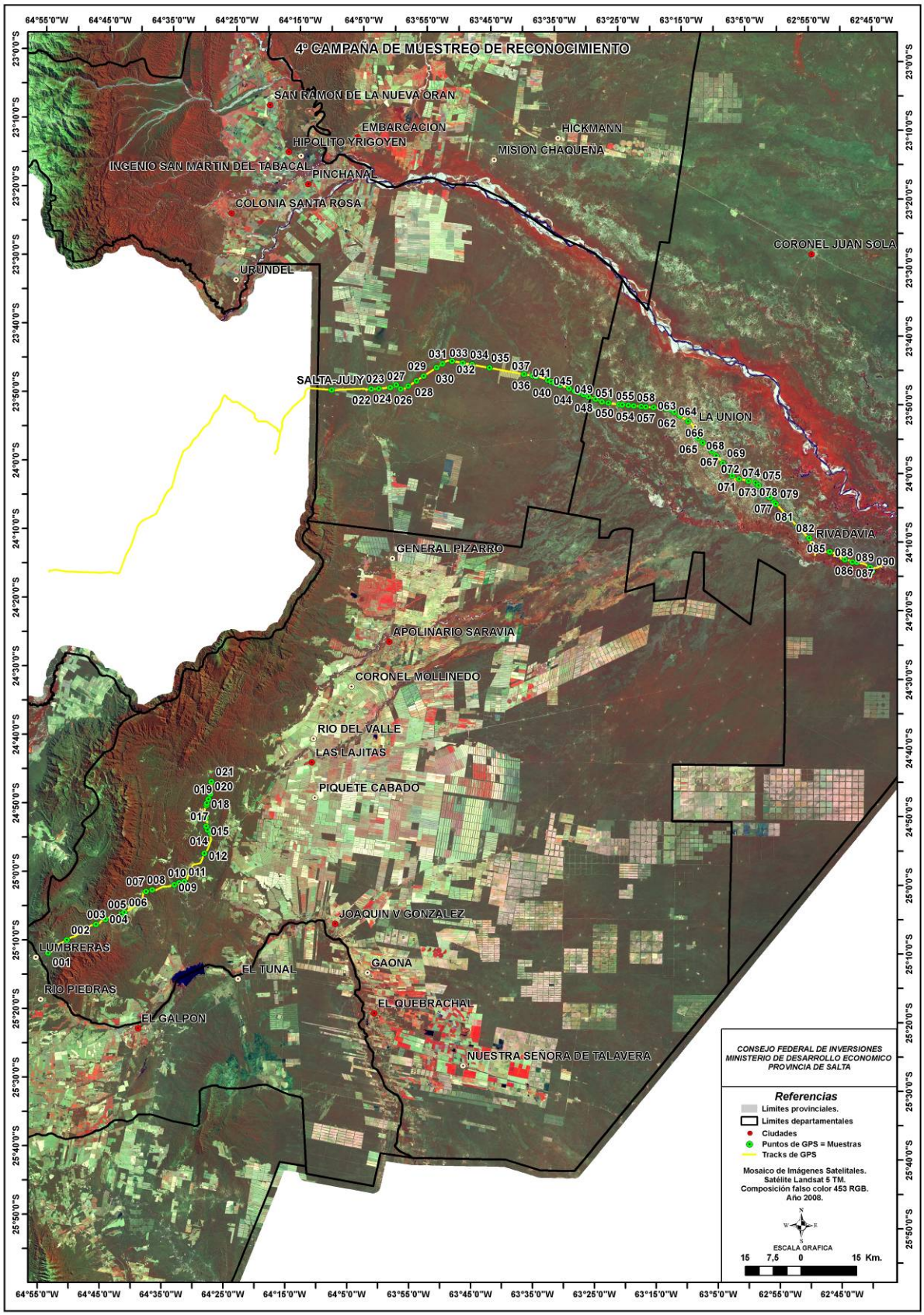
Plano de 2º Campaña de Muestreo de Reconocimiento.



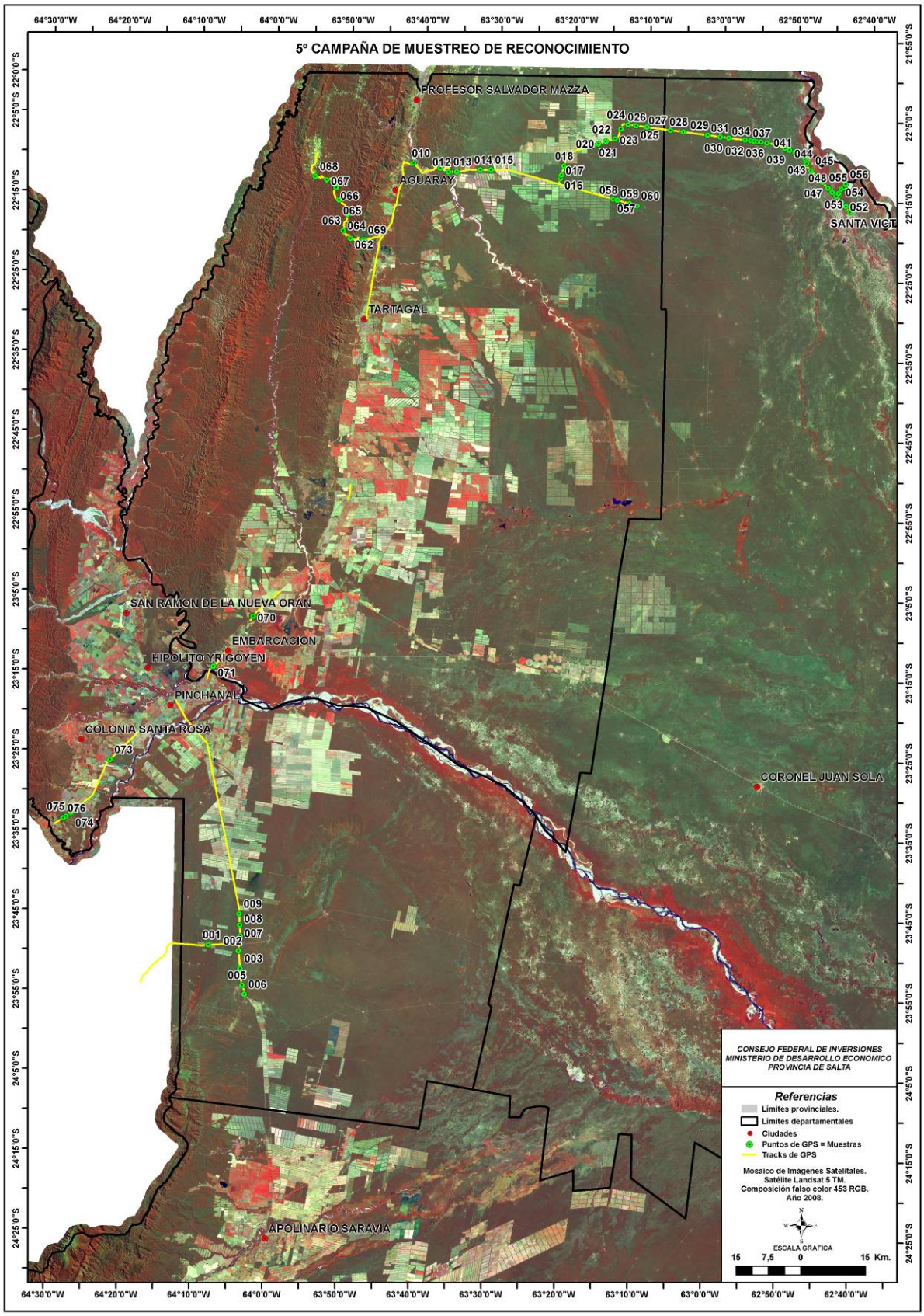
Plano de 3º Campaña de Muestreo de Reconocimiento.



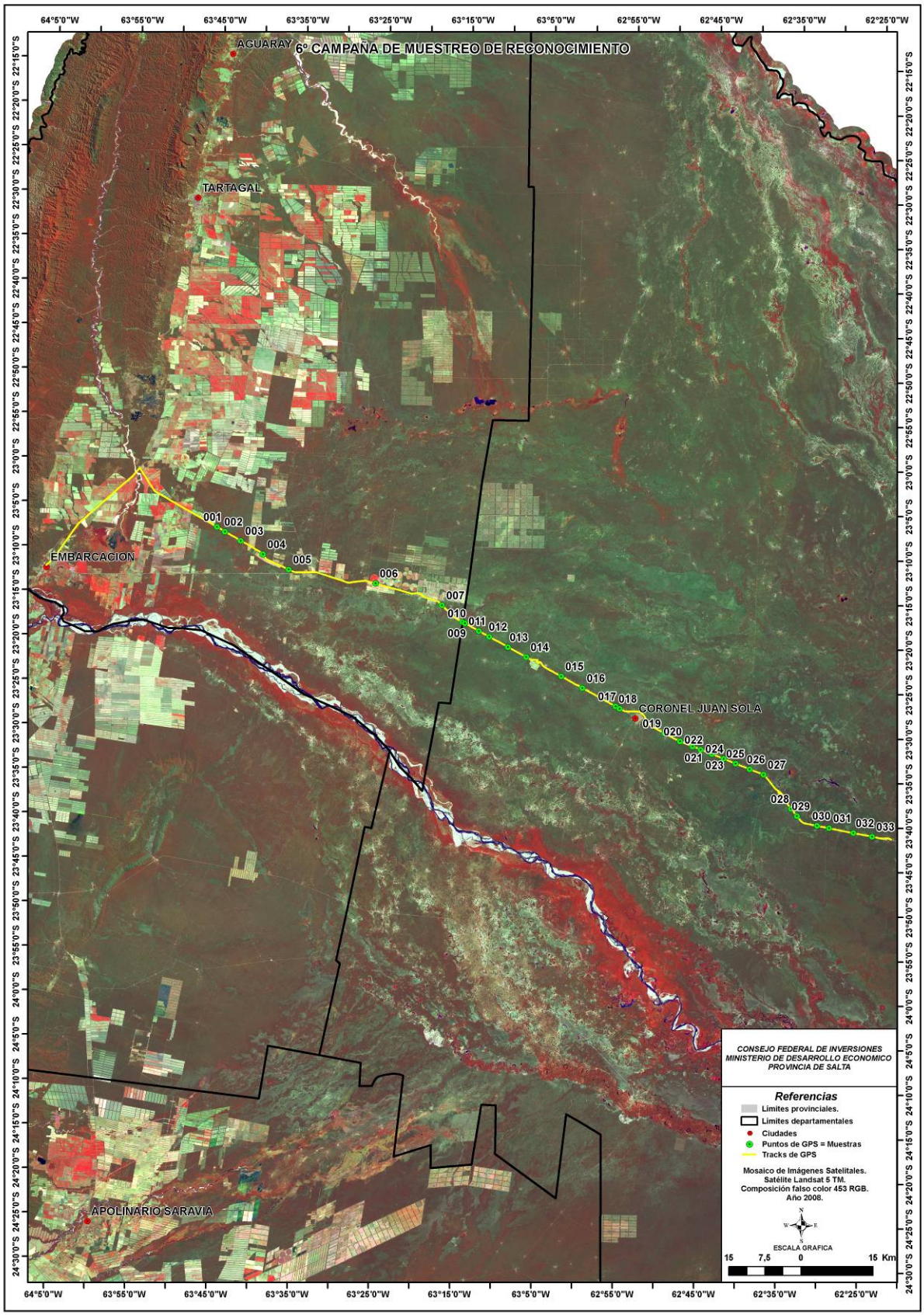
Plano de 4º Campaña de Muestreo de Reconocimiento.



Plano de 5º Campaña de Muestreo de Reconocimiento.



Plano de 6º Campaña de Muestreo de Reconocimiento.



1.6 – Clasificación supervisada para la identificación de unidades de vegetación y Mapa de Cobertura y Uso del Suelo para el Área de Bosques Nativos de la Provincia de Salta al Año 2008

La clasificación supervisada y procesamientos digitales posteriores permitieron la identificación de un total de 23 unidades de vegetación para la Provincia de Salta.

En este contexto, la clasificación supervisada sumada a los elementos identificados por la clasificación no supervisada y la detección de lotes de uso agropecuario, permitieron generar el Mapa de Cobertura y Uso del Suelo para el Área de Bosques Nativos de la Provincia de Salta al Año 2008. Para este producto cartográfico final, se identificaron un total de 30 clases temáticas que pueden sistematizarse del siguiente modo y que se presenta en los anexo como "Mapa de Cobertura y Uso del Suelo para el Área de Bosques Nativos de la Provincia de Salta al Año 2008":

Método de detección	Elemento del Paisaje	Leyenda
Clasificación no supervisada	Otros elementos del paisaje	Agua
		Suelo desnudo
		Playa inundable
		Áreas urbanas
		Sombras
		Nubes
Clasificación no supervisada y detección de borde	Uso agropecuario	Lotes de uso agropecuario
Clasificación supervisada	Unidades de Vegetación	Selva de transición
		Selva pedemontana
		Selva montana
		Bosque montano
		Bosques en conos aluviales y antiguos cauces
		Pastizal de altura
		Bosque de Quebrachos en pie de monte y llanura estabilizada
		Bosque chaqueño en serranía
		Quebrachal Palosantal

		Peladar, Algarrobal y Bosque en madrejones en áreas de divagaciones meándricas
		Bosque de ribera
		Quebrachal Duraznillal con Palo Santo en áreas deprimidas o de escurrimiento
		Arbustal en conos aluviales
		Áreas afectadas por fuego
		Bosque de Quebrachos en planicie aluvial del río Juramento
		Formación de matorrales en áreas de derrame o alteradas
		Bosque transicional de Quebrachos y Cebiles en pie de monte
		Duraznillal en área de escurrimiento
		Algarrobal en áreas de escurrimiento
		Vinalar con Palo Santo
		Vinalar con Palma
		Pastizal
		Estepa arbustiva de valles y quebradas

A continuación se detalla la leyenda final identificada para el Mapa de Cobertura y Uso del Suelo para el Área de Bosques Nativos de la Provincia de Salta al Año 2008, se describe la clase temática, su caracterización (para el caso de las unidades de vegetación), la superficie ocupada por la clase identificada y la firma espectral para cada unidad de vegetación empleada para la programación de la clasificación supervisada.

Otros elementos del paisaje

1. Agua

Este elemento del paisaje ocupa una superficie de 47646 ha.

2. Suelo desnudo

Corresponde a áreas sin cobertura vegetal detectada a la escala de análisis, como ser superficies afectadas por sobrepastoreo, peladares peridomésticos como los peladares formados en los puestos del chaco salteño, caminos y picadas, áreas de derrame, etc. Este elemento del paisaje ocupa una superficie de 337963 ha.

3. Playa inundable

Se trata de áreas de suelo desnudo afectadas por la inundación temporal durante los períodos de crecidas de los ríos como la playa de inundación de los ríos Bermejo, Pilcomayo y otros ríos y arroyos. Este elemento del paisaje ocupa una superficie de 46190 ha.

4. Áreas urbanas

A la escala de procesamiento 1:250000 se detectaron un total de 18508 ha. correspondientes con esta clase.

5. Sombras

Corresponde a áreas que no pudieron clasificarse, la superficie ocupada por sombras es de 34834 ha.

6. Nubes

Corresponde a áreas que no pudieron clasificarse, la superficie ocupada por nubes es de 814 ha.

Áreas de uso del suelo con fines agropecuarios

7. Lotes de uso agropecuario

Este elemento del paisaje corresponde con la superficie destinada a uso agrícola, ganadero, citrícola y áreas forestadas. La superficie total detectada es de 1808588 ha.

Unidades de vegetación

A continuación se describen las unidades de vegetación de bosques nativos, obtenidas de la clasificación supervisada agrupadas por región fitogeográfica. Asimismo se indica la unidad fisonómica y/o florística equivalente de acuerdo al mapa de vegetación propuesto por Zapater del Castillo (1985).

Región de Selvas de Yungas

8. Selva de transición

Se trata de un ambiente que ocupa el pie de monte y faldeos montañosos entre los 350 a 500 m.s.n.m. y en áreas de precipitaciones entre los 600 a 900 mm.

Esta comunidad se caracteriza por la presencia de especies del ambiente chaqueño y de las selvas de Yungas. Las especies representativas de esta unidad son: Cebil colorado, Quebracho colorado, en menor proporción, Quebracho blanco, las que aparecen como codominantes, también son representativas especies como Guayacán, Algarrobo, Palo blanco del ambiente chaqueño; y Palo amarillo, Urundel,

Afata, Viraró de las selvas de Yungas. Cabe aclarar que el Palo blanco se encuentra tanto en el ambiente del Chaco salteño como en el de Yungas.

Esta unidad se corresponde parcialmente con la unidad florística 1.1 descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 138770 ha.

Fotografía del ambiente tipo de la Selvas de transición donde se observa la presencia de Cebil colorado y Quebracho colorado.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Selva transicion)

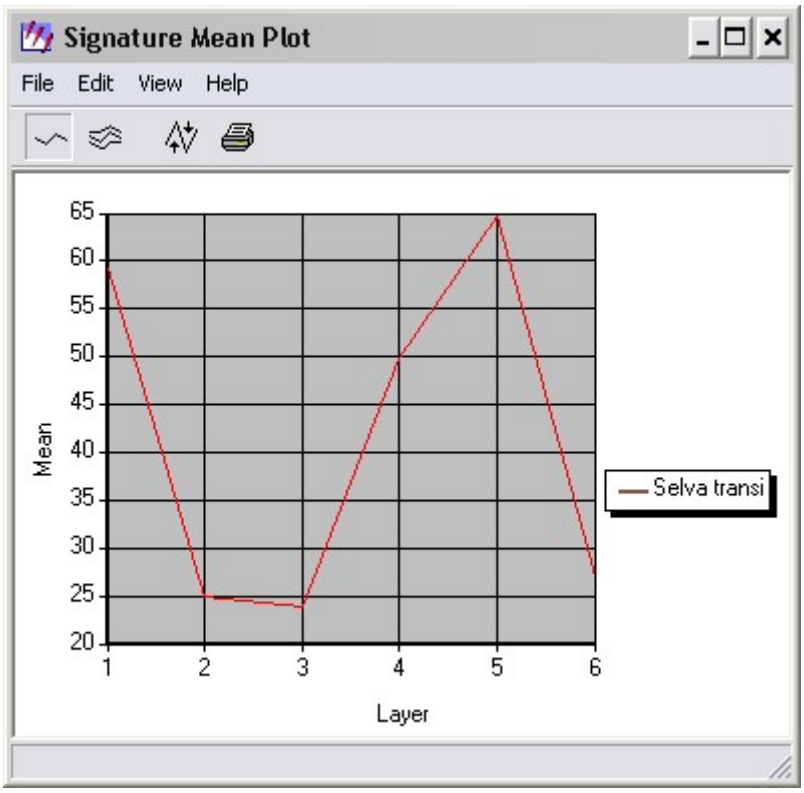
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	0.000	71.000	59.171	3.113
2	0.000	32.000	25.017	1.823
3	0.000	36.000	23.804	2.641
4	0.000	74.000	49.725	5.439
5	0.000	101.000	64.691	7.519
6	0.000	53.000	26.999	4.008

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	9.691	4.534	6.323	4.457	15.733	8.287
2	4.534	3.323	3.950	4.094	10.011	5.163
3	6.323	3.950	6.976	2.208	15.131	8.622
4	4.457	4.094	2.208	29.582	14.460	2.426
5	15.733	10.011	15.131	14.460	56.538	27.200
6	8.287	5.163	8.622	2.426	27.200	16.060

Close Help



9. Selva pedemontana

Esta comunidad vegetal ocupa las áreas con precipitaciones entre los 900 a 1000 mm. en sectores con una altitud hasta los 700 m.s.n.m. También ocupa los sectores de pie de monte pero se diferencia de la anterior unidad por la ausencia de especies del ambiente chaqueño.

Las especies dominantes en este tipo de ambiente son Palo amarillo, Palo Blanco, Urundel, Quina, Lapacho, Roble, Afata, Virarú y Pacará.

Esta unidad se corresponde parcialmente con la unidad florística 1.2 descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 181800 ha.

Fotografía del ambiente tipo de la Selvas pedemontana donde se observa la presencia de un Palo amarillo.

Fotografía del ambiente tipo de la Selvas pedemontana donde se observa la presencia de un Roble.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Selva pedemontana)

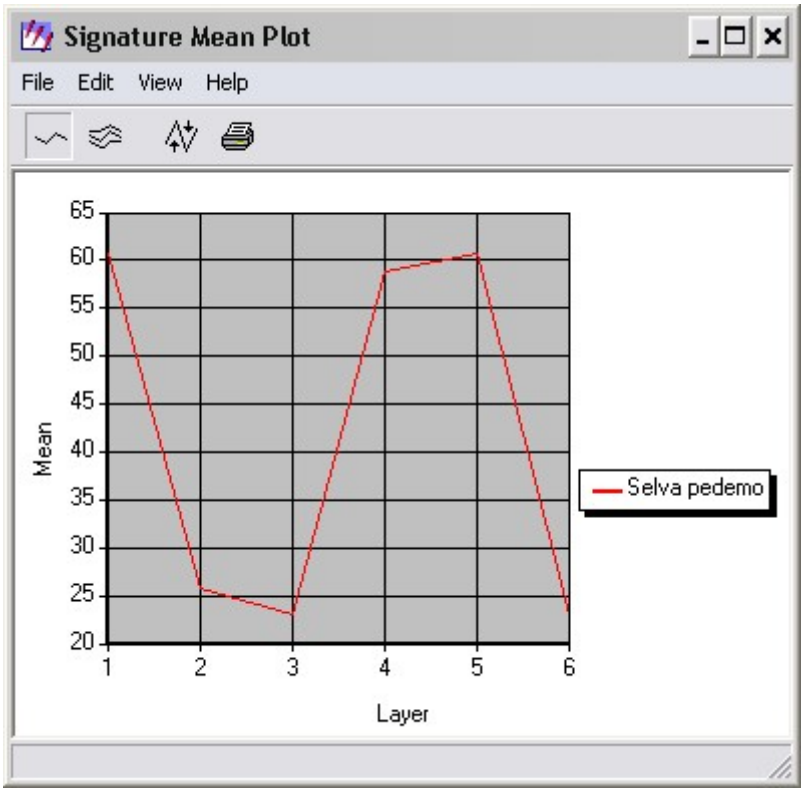
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	54.000	100.000	60.770	2.280
2	22.000	34.000	25.813	1.296
3	0.000	88.000	23.074	2.232
4	41.000	98.000	58.750	6.464
5	41.000	108.000	60.698	5.747
6	14.000	52.000	23.131	3.635

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	5.197	1.919	3.031	-3.968	8.535	5.403
2	1.919	1.680	1.947	-0.829	5.152	3.086
3	3.031	1.947	4.983	-5.831	9.910	6.587
4	-3.968	-0.829	-5.831	41.785	-10.746	-12.154
5	8.535	5.152	9.910	-10.746	33.025	18.675
6	5.403	3.086	6.587	-12.154	18.675	13.211

Close Help



10. Selva montana

Esta comunidad vegetal ocupa las áreas con precipitaciones superiores a los 1000 mm. en sectores con una altitud que oscila entre los 700 a 1500 m.s.n.m.

Las especies dominantes en este tipo de ambiente son Laurel de la falda, Palo barroso, Cedro salteño, Cedro coya, Nogal criollo y Mato.

Esta unidad se corresponde con la unidad fisonómica 3 descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 1157195 ha.

Fotografía del ambiente tipo de la Selva montana donde se observa la presencia de ejemplares de Cedros.

Fotografía del ambiente tipo de la Selvas montana donde se observa la presencia de un Nogal.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Selva montana)

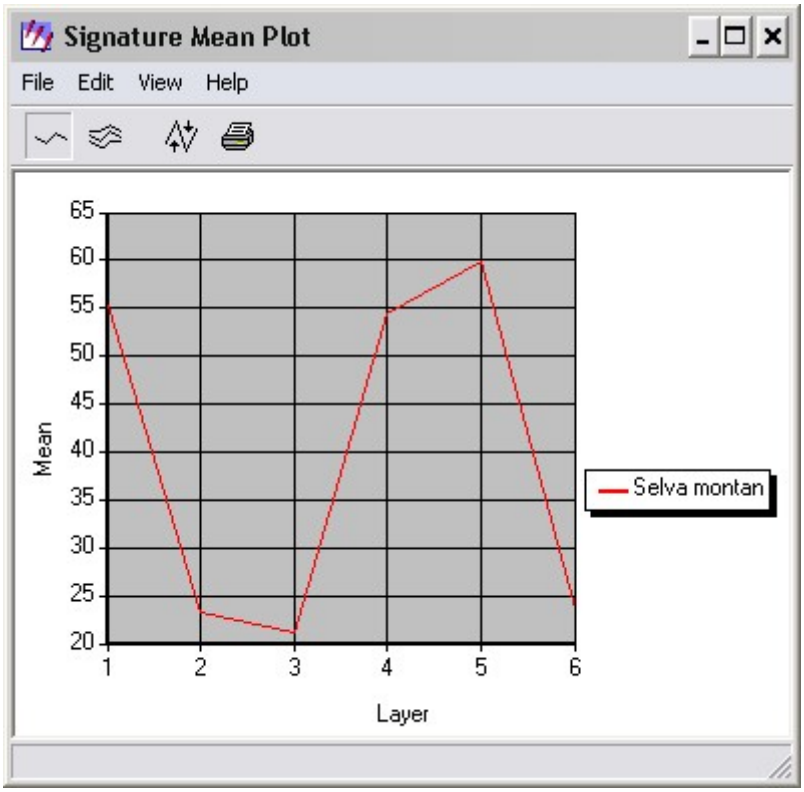
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	0.000	78.000	55.231	8.700
2	0.000	52.000	23.328	3.914
3	0.000	58.000	21.118	4.134
4	0.000	107.000	54.527	12.138
5	0.000	141.000	59.875	13.121
6	0.000	93.000	23.635	6.125

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	75.682	32.532	31.408	67.246	88.416	37.713
2	32.532	15.316	14.921	32.419	41.876	18.222
3	31.408	14.921	17.089	26.105	45.264	21.686
4	67.246	32.419	26.105	147.331	94.906	28.000
5	88.416	41.876	45.264	94.906	172.160	74.496
6	37.713	18.222	21.686	28.000	74.496	37.521

Close Help



11. Bosque montano

Esta unidad ocupa el ultimo piso altitudinal de las selvas de Yungas. Se trata de un ambiente discontinuo que se desarrolla por encima de la selva montana por encima de los 1500 y generalmente hasta los 2500 m.s.n.m.

Las comunidades dominantes de esta unidad son lo bosques de Pino del cerro, los de Aliso del cerro y los bosques de Queñoa. En estos bosques pueden aparecer eventualmente especies como el Cedro y Nogal.

Esta unidad se corresponde con la unidad fisonómica 4 descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 185714 ha.

Fotografía del ambiente tipo del Bosque montano donde se observa la presencia de un ejemplar de Queñoa.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Bosque montano)

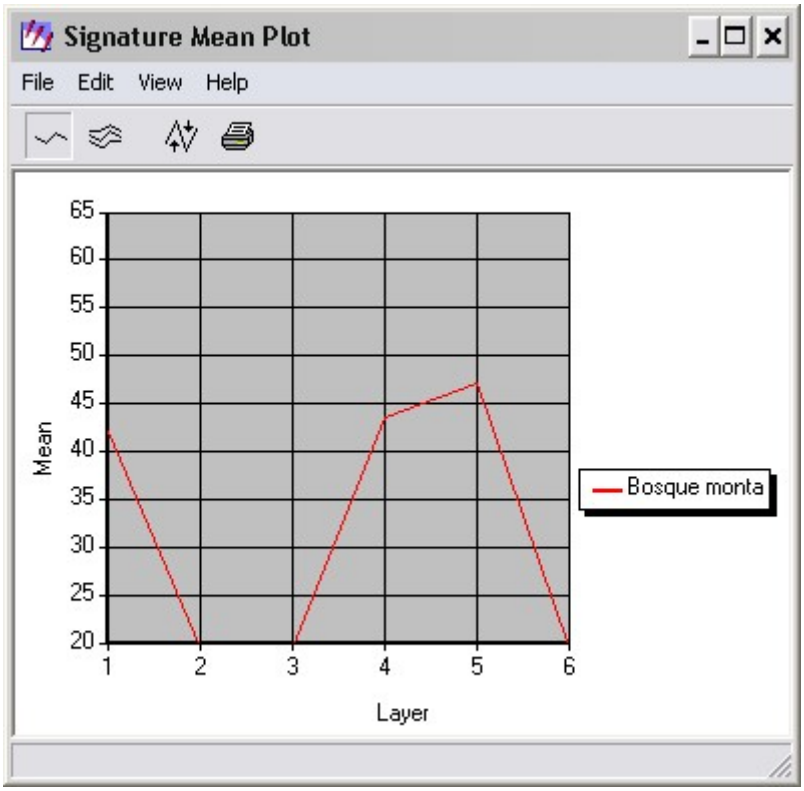
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	0.000	69.000	42.088	20.168
2	0.000	38.000	17.963	8.700
3	0.000	45.000	15.840	7.794
4	0.000	94.000	43.614	22.546
5	0.000	125.000	47.016	24.255
6	0.000	52.000	18.315	9.544

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	406.735	174.053	154.291	427.725	460.787	179.859
2	174.053	75.697	67.202	188.668	201.141	78.638
3	154.291	67.202	60.744	168.449	181.191	71.293
4	427.725	188.668	168.449	508.316	513.976	198.275
5	460.787	201.141	181.191	513.976	588.286	228.445
6	179.859	78.638	71.293	198.275	228.445	91.091

Close Help



12. Bosques en conos aluviales y antiguos cauces

Esta unidad se encuentra dentro de la Selva montana y se ubica en los alrededores de la localidad de Isla de Cañas, en las márgenes del antiguo cauce del río Iruya y entre los ríos Blanco y Naranjo.

La comunidad vegetal esta representadas por las mismas especies de la Selva montana pero se diferencia por estar desarrollada sobre conos aluviales y áreas de divagaciones antiguas de los ríos indicados y en las márgenes del antiguo cauce del río Iruya.

Esta unidad no se corresponde con ninguna unidad descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 12590 ha.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Bosques en conos aluviales y antiguos cauces)

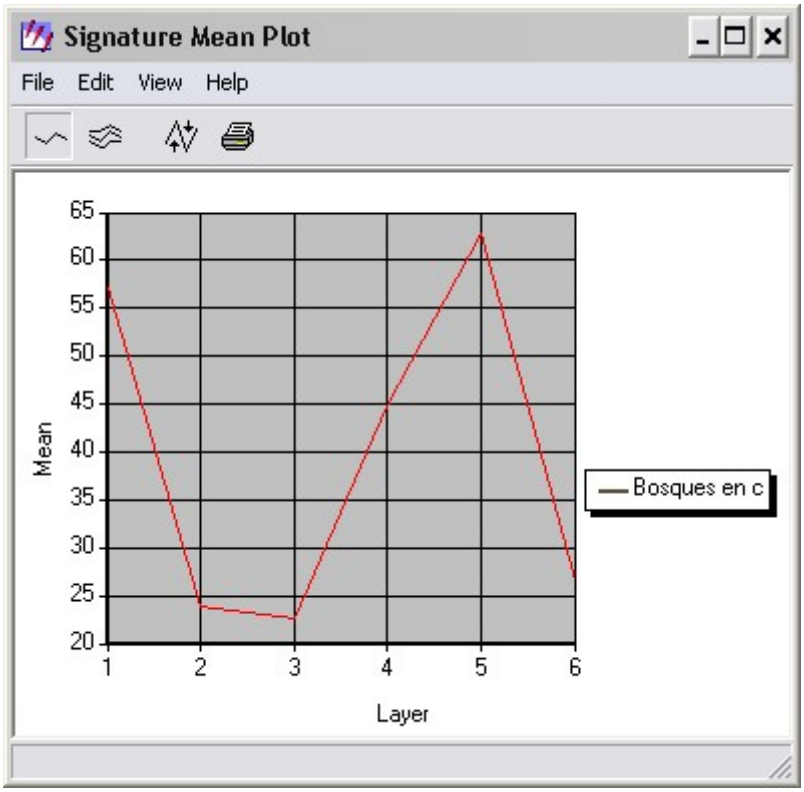
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	51.000	70.000	57.102	2.088
2	20.000	33.000	23.819	1.106
3	18.000	36.000	22.578	2.100
4	34.000	67.000	44.899	3.328
5	48.000	89.000	62.791	5.556
6	17.000	41.000	26.587	3.606

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	4.359	1.485	3.211	-2.125	7.841	5.199
2	1.485	1.222	1.756	-0.560	3.999	2.624
3	3.211	1.756	4.409	-2.675	9.281	6.260
4	-2.125	-0.560	-2.675	11.078	-7.071	-5.932
5	7.841	3.999	9.281	-7.071	30.867	18.265
6	5.199	2.624	6.260	-5.932	18.265	13.004

Close Help



13. Pastizal de altura

Esta comunidad vegetal ocupa sectores elevados por encima y entremezclado con la unidad de selva montana y bosque montano. La comunidad de pastizal de altura se desarrolla entre los 1800 a 3000 m.s.n.m.

Las especies dominantes en este tipo de ambiente son *Stipa neesiana*; *S. inchu*; *Festuca nemoralia* y *Bromus unioloides*.

Esta unidad se corresponde con la unidad fisonómica 5 descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 302225 ha.

Fotografía del ambiente tipo de la Pastizal de altura.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Pastizal)

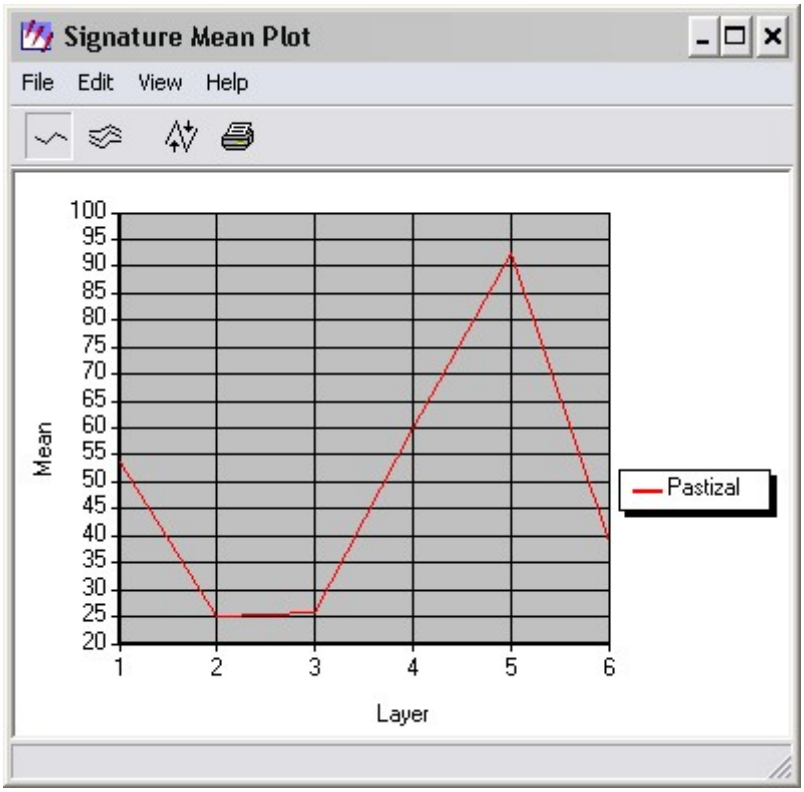
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	47.000	65.000	53.541	2.567
2	19.000	34.000	25.198	2.112
3	17.000	40.000	25.723	3.454
4	33.000	88.000	59.953	8.522
5	49.000	122.000	92.207	12.687
6	19.000	60.000	38.812	6.609

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	6.587	4.094	7.132	8.698	23.171	11.807
2	4.094	4.461	5.767	12.181	17.404	8.074
3	7.132	5.767	11.932	8.687	31.852	18.378
4	8.698	12.181	8.687	72.620	39.763	7.536
5	23.171	17.404	31.852	39.763	160.955	76.384
6	11.807	8.074	18.378	7.536	76.384	43.685

Close Help



Región del Chaco Salteño

14. Bosque de Quebrachos en pie de monte y llanura estabilizada

Esta unidad de vegetación es la comunidad climáxica del bosque chaqueño que se desarrolla sobre los sectores más elevados y mejor drenados del bosque chaqueño.

Esta comunidad se caracteriza por la presencia de especies como Quebracho colorado y Quebracho blanco, Algarrobo, Mistol, Guayacán, Yuchán, Chañar, Molle y Brea.

Esta unidad se corresponde con la unidad florística 6.1 descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 1631800 ha.

Fotografía del ambiente tipo del Bosque de Quebrachos en pie de monte y llanura estabilizada, se observa la presencia de Quebracho colorado y Quebracho blanco.

Fotografía del ambiente tipo del Bosque de Quebrachos en pie de monte y llanura estabilizada, se observa la presencia de Quebracho colorado y Algarrobo.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Bosque de quebrachos en pie de monte y llanura estabilizada)

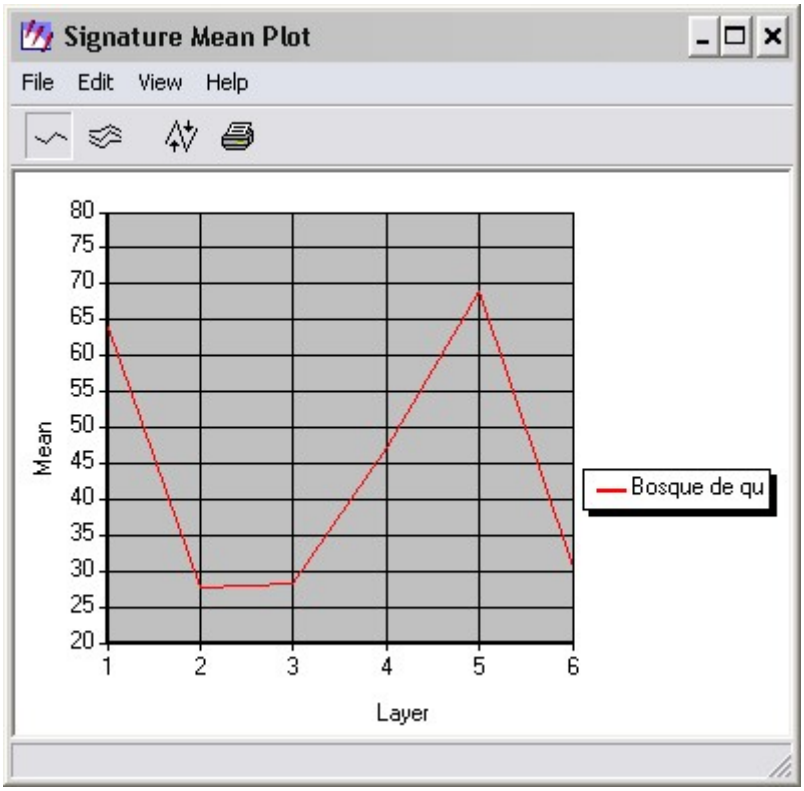
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	57.000	77.000	63.860	1.584
2	24.000	32.000	27.628	0.848
3	23.000	37.000	28.126	1.303
4	36.000	64.000	47.092	2.697
5	57.000	87.000	69.088	3.440
6	23.000	55.000	30.417	2.234

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	2.510	0.511	0.908	0.247	2.611	1.612
2	0.511	0.720	0.621	0.481	1.106	0.716
3	0.908	0.621	1.698	0.206	2.458	1.703
4	0.247	0.481	0.206	7.276	0.769	-1.267
5	2.611	1.106	2.458	0.769	11.830	5.893
6	1.612	0.716	1.703	-1.267	5.893	4.993

Close Help



15. Bosque chaqueño en serranía

Esta unidad se desarrolla sobre áreas de serranías bajas y áreas de lomadas en sectores donde las precipitaciones oscilan entre los 500 y no superan los 700 mm.

Se trata de un bosque caducifolio que se caracteriza por la presencia de especies como Cebil colorado, Horco Cebil, Cochucho y las especies típicas del chaco como Quebracho colorado, Quebracho blanco, Algarrobo, Guayacán y Yuchán.

Esta unidad se corresponde parcialmente con la unidad fisonómica 10 descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 765720 ha.

Fotografía del ambiente tipo del Bosque chaqueño en serranía.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Bosque chaqueño en serranía)

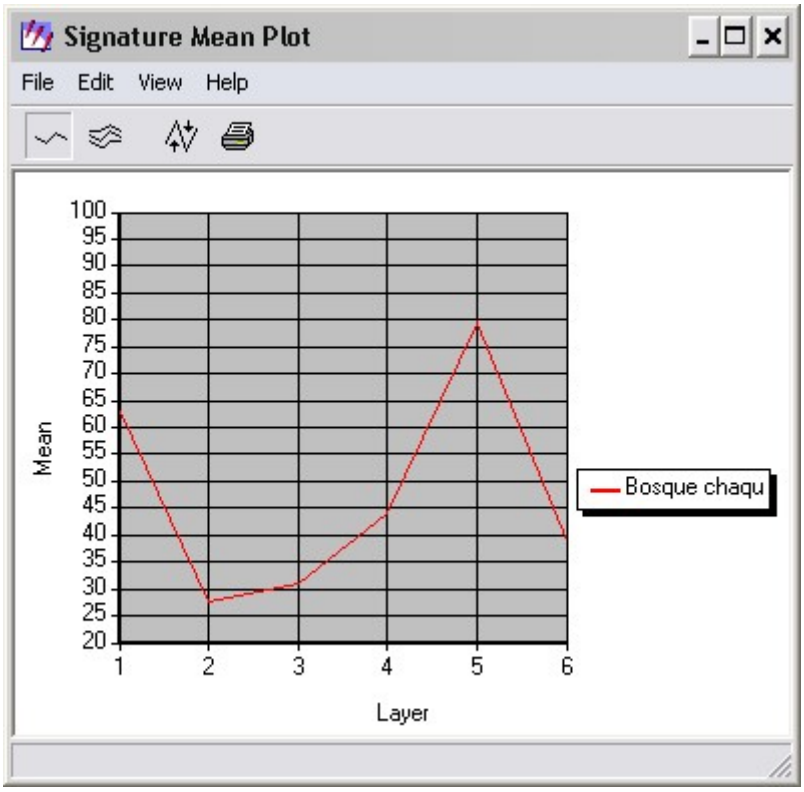
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	0.000	136.000	62.860	4.082
2	0.000	64.000	27.693	2.347
3	0.000	66.000	31.050	4.454
4	0.000	80.000	44.065	6.444
5	0.000	136.000	79.255	9.989
6	0.000	84.000	38.689	7.148

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	16.663	8.150	12.549	14.013	26.056	14.291
2	8.150	5.509	9.019	6.931	17.050	11.141
3	12.549	9.019	19.837	6.851	35.050	26.053
4	14.013	6.931	6.851	41.529	14.929	-4.492
5	26.056	17.050	35.050	14.929	99.777	62.113
6	14.291	11.141	26.053	-4.492	62.113	51.098

Close Help



16. Quebrachal Palosantal

Unidad formada por un bosque homogéneo conformado por la presencia de Quebracho colorado, Quebracho Blanco y la presencia de Palo Santo, los tres presentes en la estructura vertical del bosque como dominantes. Generalmente esta comunidad se desarrolla sobre suelos de drenaje impedido.

Unidad equivalente a la unidad florística 6.5 descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 282577 ha.

Fotografía del ambiente tipo del Quebrachal Palosantal, se observa en primera plana un Palo santo y en el fondo Quebrachos colorados.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Quebrachal palosantal)

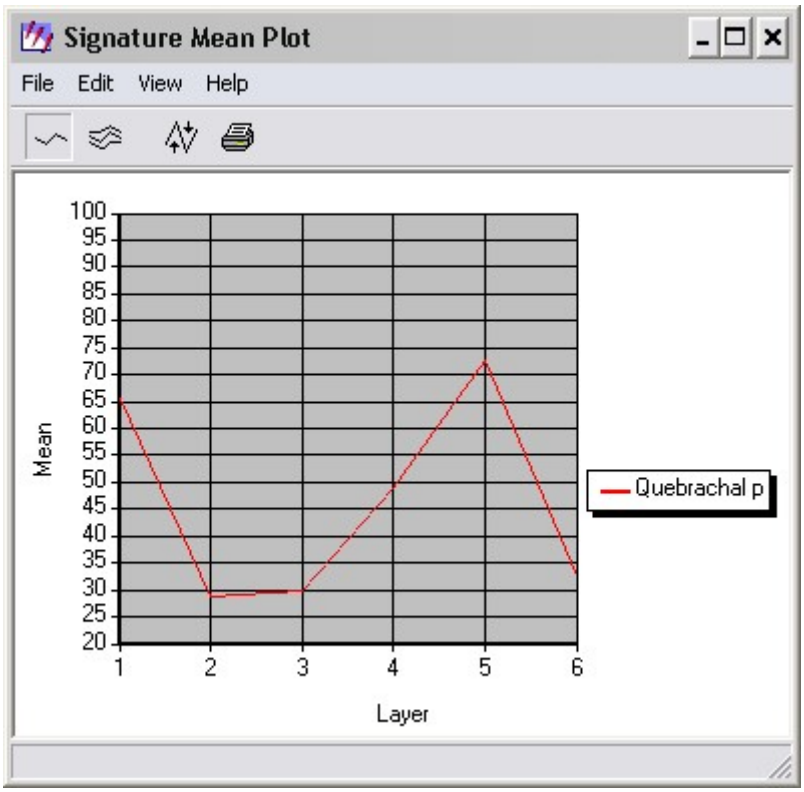
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	60.000	74.000	65.667	1.605
2	25.000	36.000	28.611	0.871
3	25.000	43.000	29.719	1.694
4	41.000	59.000	48.702	1.704
5	60.000	98.000	72.785	4.309
6	25.000	52.000	32.380	2.836

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	2.576	0.606	1.442	0.312	3.453	2.230
2	0.606	0.758	0.968	0.403	2.033	1.365
3	1.442	0.968	2.871	0.709	5.481	3.557
4	0.312	0.403	0.709	2.905	0.600	-0.042
5	3.453	2.033	5.481	0.600	18.564	10.584
6	2.230	1.365	3.557	-0.042	10.584	8.042

Close Help



17. Peladar, Algarrobal y Bosque en madrejones en áreas de divagaciones meándricas

Se trata de sectores con un paisaje heterogéneo e inestable, ya que se encuentra desarrollado en áreas de divagaciones meándricas de los ríos Pilcomayo y Bermejo, debido además a procesos intensos de erosión hídrica a lo que se suma la acción antrópica por ocupación y ganadería extensiva formando los conocidos peladares del chaco salteño.

Las especies representativas del ambiente de peladar son Chañar, Algarrobo, Vinal, Vinalillo, Palo cruz y con la presencia significativa de cactáceas como el Quimil. En los sectores donde se forman los bosques en madrejones son frecuentes los Algarrobos, Palo blanco, Mora amarilla y Tipa colorada.

Unidad equivalente a la unidad florística 7.1 descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 383824 ha.

Fotografía del ambiente típico de Peladar, se observa claramente la dominancia de suelo desnudo con algunos ejemplares aislados de Algarrobos y Chañares, y las cauces de sobrepastoreo debidas a la ganadería extensiva.

Fotografía del ambiente típico de Bosque en madrejones, se observa un madrejón y el bosque que se desarrolla a su alrededor dominado por Algarrobos, Tipa colorada y Mora amarilla.

Fotografía del ambiente típico de Bosque en madrejones, se observa Palo blanco en flor en un madrejón.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Peladar algarrobal y bosque en madrejones)

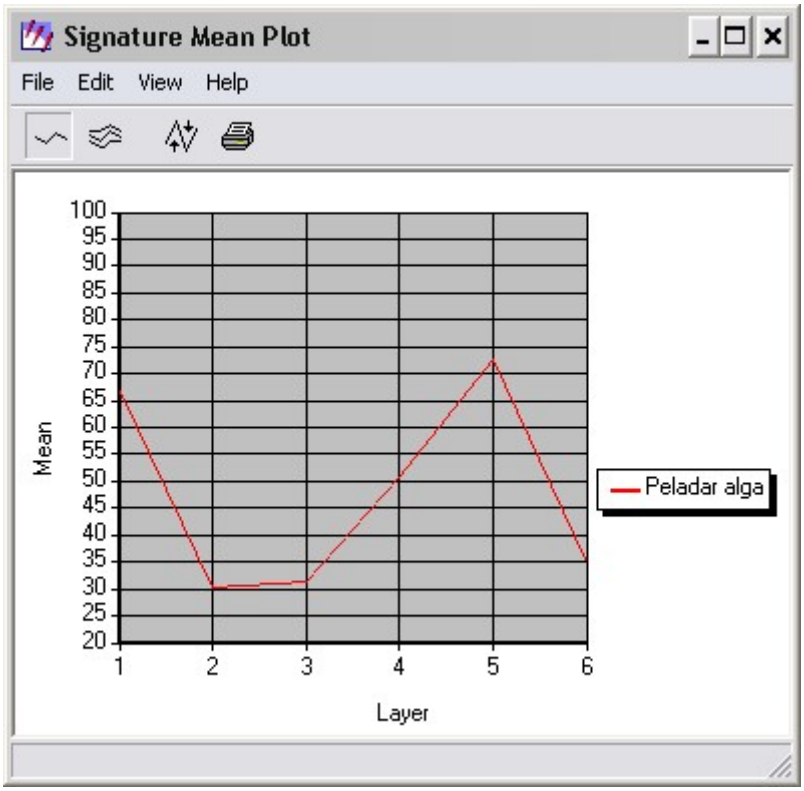
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	0.000	75.000	66.631	2.807
2	0.000	37.000	30.123	1.549
3	0.000	42.000	31.209	2.933
4	0.000	61.000	50.685	2.763
5	0.000	101.000	72.758	6.164
6	0.000	55.000	34.829	4.503

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	7.879	3.031	6.045	-0.065	8.767	6.786
2	3.031	2.400	3.729	0.991	6.249	4.869
3	6.045	3.729	8.602	-0.265	13.185	10.479
4	-0.065	0.991	-0.265	7.633	1.065	0.052
5	8.767	6.249	13.185	1.065	37.997	25.767
6	6.786	4.869	10.479	0.052	25.767	20.274

Close Help



18. Bosque de ribera

Esta unidad describe las comunidades vegetales desarrolladas en márgenes de ríos y arroyos cuya composición florística es totalmente variable dependiendo si se encuentra en sectores de selva o del ambiente chaqueño, asimismo también debido a su comportamiento temporal en el caso de los ríos de primer orden como el Bermejo o Pilcomayo cuyo bosque de ribera es temporal dependiendo de las crecidas de los mismos, en otros casos como en el río Juramento que permite el desarrollo de un bosque de ribera estable en el tiempo, es común el desarrollo de bosque de algarrobos como así también los conocidos bosque de las misma especie del río Teuco.

Sin unidad equivalente con la descripción de Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 350959 ha.

Fotografía del bosque de ribera en río Bermejo.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Bosque de ribera)

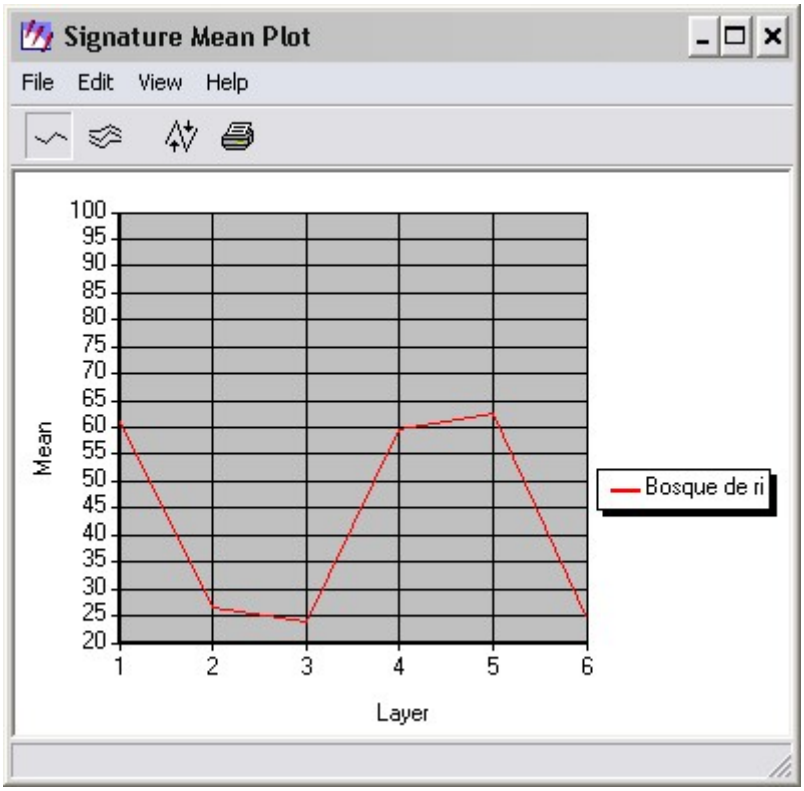
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	55.000	69.000	61.100	2.016
2	22.000	30.000	26.535	1.143
3	18.000	33.000	23.839	2.007
4	44.000	85.000	59.477	5.519
5	44.000	82.000	62.473	5.215
6	16.000	37.000	24.139	3.083

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	4.066	1.177	1.810	1.323	6.163	3.052
2	1.177	1.306	1.620	-0.653	3.573	2.122
3	1.810	1.620	4.028	-4.783	7.629	4.986
4	1.323	-0.653	-4.783	30.463	-3.969	-6.882
5	6.163	3.573	7.629	-3.969	27.199	14.188
6	3.052	2.122	4.986	-6.882	14.188	9.505

Close Help



19. Quebrachal Duraznillal con Palo Santo en áreas deprimidas o de escurrimiento

Ambiente típico de la planicie aluvial del río Bermejo y sector oeste del río Pilcomayo.

Se caracteriza por un sotobosque dominado por Duraznillo colorado y como dominantes o emergentes Quebrachos colorado y blanco, Palo santo, Yuchán y cactáceas como Sacha rosa.

Esta unidad se corresponde con la unidad florística 7.2 descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 1465330 ha.

Fotografía del ambiente tipo del Quebrachal Duraznillal en áreas deprimidas o de escurrimiento.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Quebrachal duraznillal con palo santo en áreas de escurrimeinto)

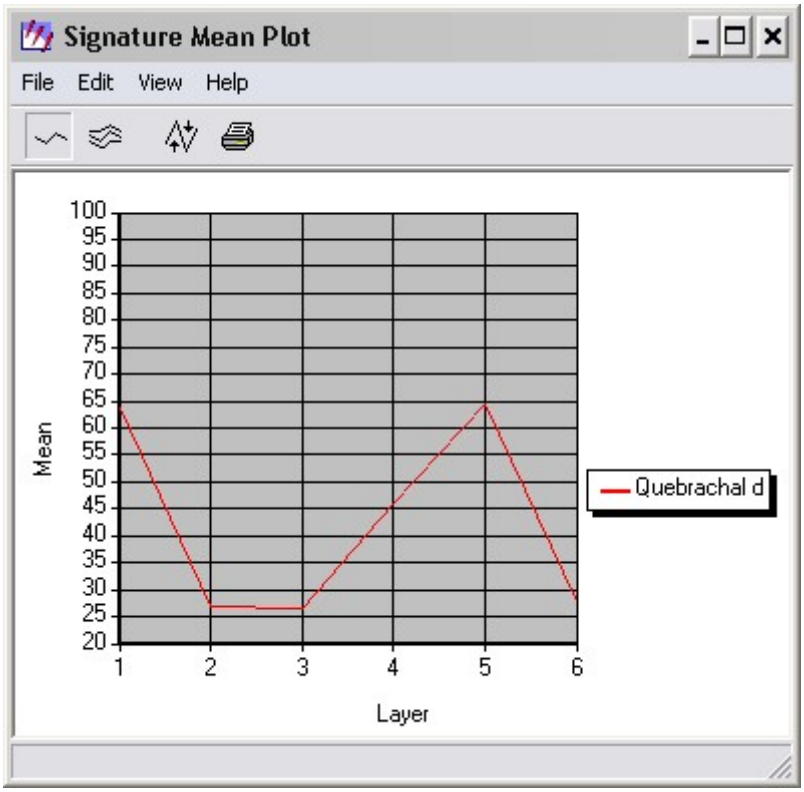
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	0.000	232.000	63.593	1.791
2	0.000	49.000	27.062	0.865
3	0.000	85.000	26.643	1.325
4	0.000	64.000	45.735	2.100
5	0.000	123.000	64.321	3.724
6	0.000	131.000	27.564	2.364

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	3.207	0.690	1.080	-0.107	2.186	1.419
2	0.690	0.749	0.639	0.241	1.227	0.781
3	1.080	0.639	1.754	-0.261	2.823	1.914
4	-0.107	0.241	-0.261	4.412	-0.663	-1.273
5	2.186	1.227	2.823	-0.663	13.871	7.269
6	1.419	0.781	1.914	-1.273	7.269	5.589

Close Help



20. Arbustal en conos aluviales

Esta unidad describe las comunidades vegetales desarrolladas en márgenes de ríos y arroyos cuya composición florística se encuentra estabilizada en las primeras etapas de sucesión vegetal y en áreas relativamente estabilizadas, como las últimas terrazas generadas por procesos de erosión y modificación de márgenes de cauces de ríos y arroyos.

Las especies que componen esta unidad son variables según su ubicación y tipo de suelo pero su característica principal es que se encuentra dominada por arbustos con la ausencia de emergentes de mayor fuste y desarrollo vertical.

Sin unidad equivalente con la descripción de Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 16762 ha.

Fotografía del ambiente típico de arbustal en conos aluviales.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Arbustal en conos aluviales)

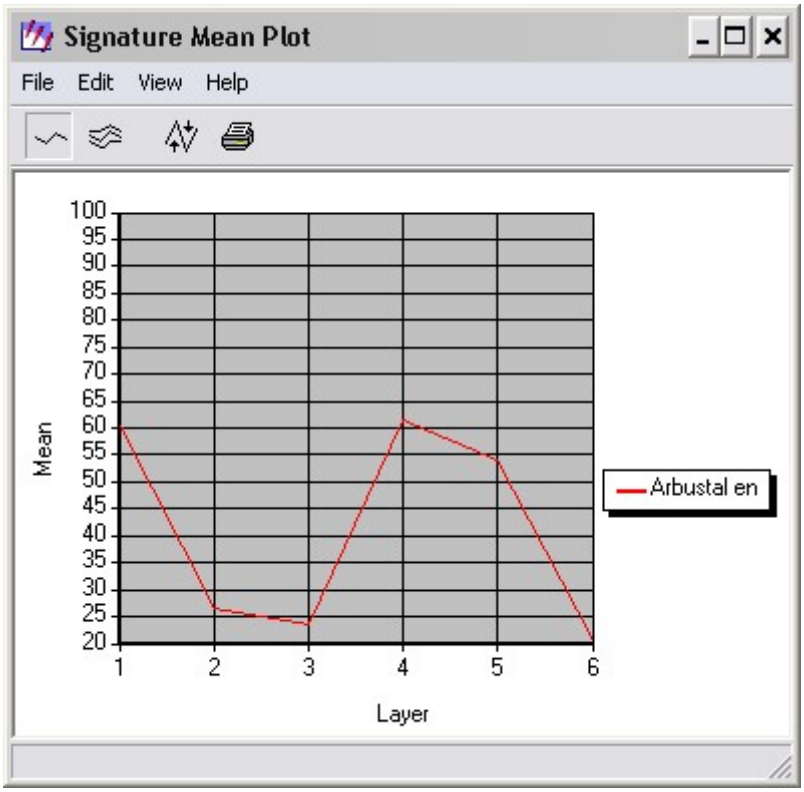
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	51.000	74.000	60.381	3.749
2	20.000	37.000	26.373	1.957
3	17.000	38.000	23.586	2.705
4	36.000	94.000	61.587	6.791
5	28.000	105.000	53.900	7.531
6	9.000	49.000	20.436	3.791

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	14.055	5.470	7.572	11.614	4.181	2.320
2	5.470	3.828	4.491	4.531	6.960	3.292
3	7.572	4.491	7.319	3.326	10.797	5.662
4	11.614	4.531	3.326	46.112	-8.132	-8.014
5	4.181	6.960	10.797	-8.132	56.714	26.108
6	2.320	3.292	5.662	-8.014	26.108	14.372

Close Help



21. Áreas afectadas por fuego

Ambientes afectados por incendios y modificados en su estructura vertical y horizontal. Se trata de pastizales de especies muy variables dependiendo de la ubicación del área alterada. La mayor superficie de esta unidad se encuentra ubicada en la zona de Cuchi Pozo al sur de la localidad de El Tunal.

Sin unidad equivalente con la descripción de Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 36406 ha.

Fotografía del ambiente típico de pastizal resultante de incendios sucesivos.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Areas afectadas por fuego)

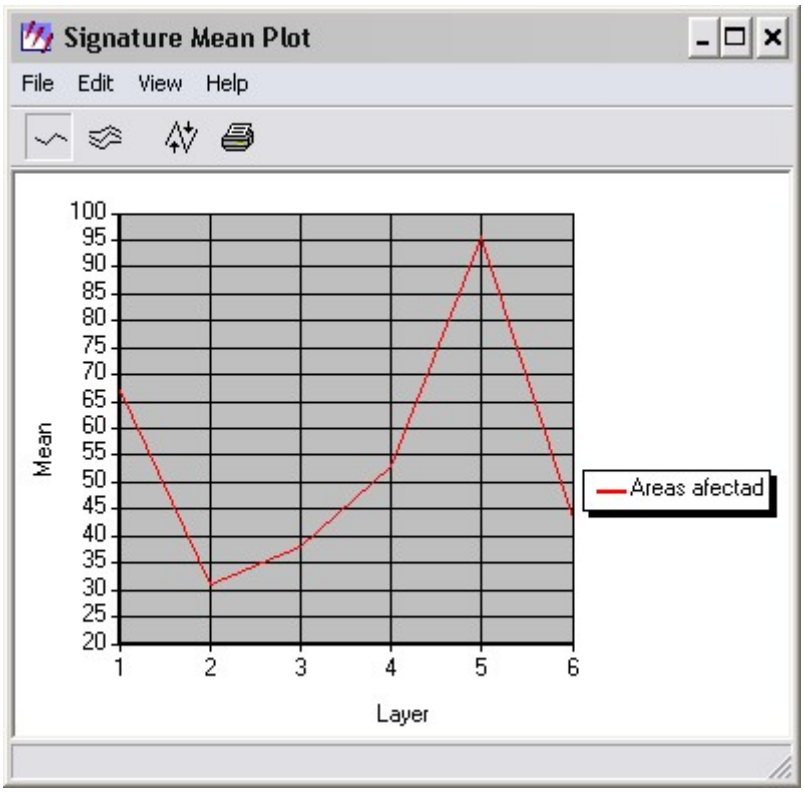
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	57.000	79.000	67.140	2.688
2	24.000	42.000	31.076	2.282
3	24.000	56.000	37.992	4.335
4	38.000	74.000	53.002	5.770
5	61.000	117.000	95.210	9.176
6	27.000	58.000	43.112	4.839

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	7.223	5.061	9.735	11.016	19.171	9.232
2	5.061	5.209	9.175	11.092	17.163	7.938
3	9.735	9.175	18.792	21.257	34.101	15.404
4	11.016	11.092	21.257	33.296	40.402	16.089
5	19.171	17.163	34.101	40.402	84.198	39.304
6	9.232	7.938	15.404	16.089	39.304	23.413

Close Help



22. Bosque de Quebrachos en planicie aluvial del río Juramento

Ambiente desarrollado como su nombre lo indica sobre la planicie aluvial del río Juramento. Este ambiente se caracteriza por la presencia de redes de drenajes activas, antiguos cauces y meandros formando los llamados “ríos muertos” en sectores colmatados de arenas.

En cuanto a su composición florística es muy similar a la unidad “Bosque de Quebrachos en pie de monte y llanura estabilizada”, pero su mayor diferencia se encuentra en la ubicación como se indica en el primer párrafo.

Esta comunidad se desarrolla en sectores de bajos asociados a antiguos cauces y bañados, donde predominan especies de porte arbustivo en asociación con Guayacán, Algarrobo y Palo Cruz.

Esta unidad se corresponde con la unidad florística 6.2 descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 171245 ha.

Fotografía del ambiente tipo del Bosque de Quebrachos en planicie aluvial del río Juramento.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Bosque de quebrachos en planicie aluvial del rio juramento)

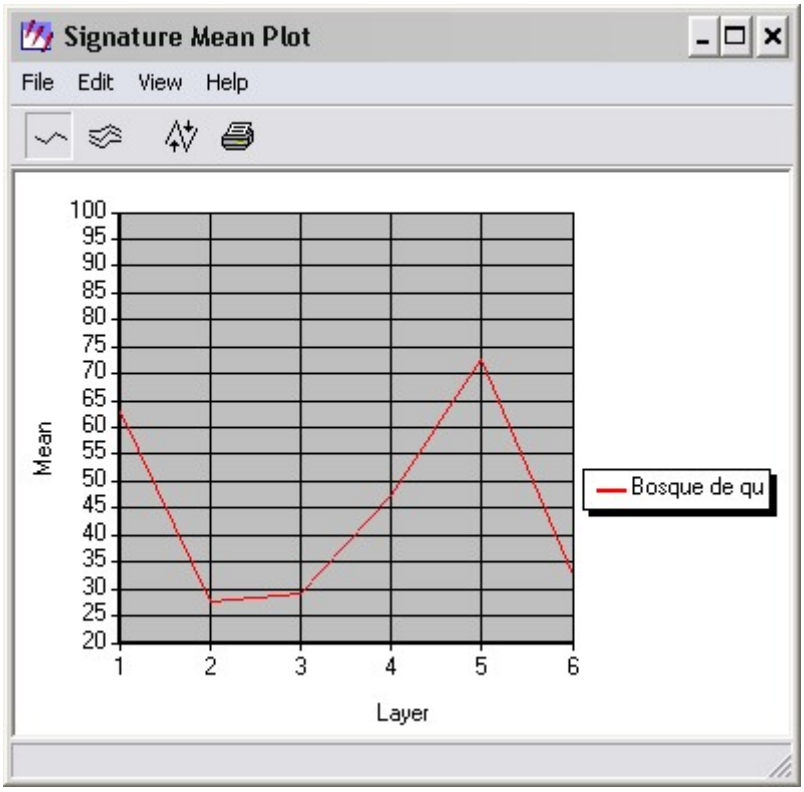
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	56.000	69.000	62.807	1.796
2	24.000	33.000	27.804	1.199
3	22.000	38.000	29.220	2.173
4	39.000	72.000	47.245	5.774
5	57.000	94.000	72.483	4.865
6	19.000	43.000	32.288	2.439

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	3.225	1.224	2.540	3.414	5.336	2.342
2	1.224	1.437	2.049	4.339	4.125	1.514
3	2.540	2.049	4.722	6.319	8.433	3.578
4	3.414	4.339	6.319	33.342	16.183	2.242
5	5.336	4.125	8.433	16.183	23.671	8.959
6	2.342	1.514	3.578	2.242	8.959	5.947

Close Help



23. Formación de matorrales en áreas de derrame o alteradas

Esta unidad se caracteriza por ser un ambiente bajo o achaparrado, dominado por arbustos en áreas alteradas por procesos de erosión hídrica y áreas de divagaciones meándricas o también formada en las áreas de bajada aluvial de arroyos en las serranías, también incluye esta categoría los arbustales asociados a ambientes alterados por acción antrópica que luego de unos años se transforman en arbustales de Acacias por ejemplo. Las especies son muy variadas dependiendo de la ubicación del ambiente, pero se caracteriza por el arbustal típico de vegetación densa y achaparrada en matorrales o muy abierta en ambientes asociados a peladares.

Esta unidad se corresponde parcialmente con la unidad fisonómica 7 descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 40240 ha.

Fotografía del ambiente típico de formación de matorrales en áreas de derrame o alteradas.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Formacion de matorrales en areas de derrame)

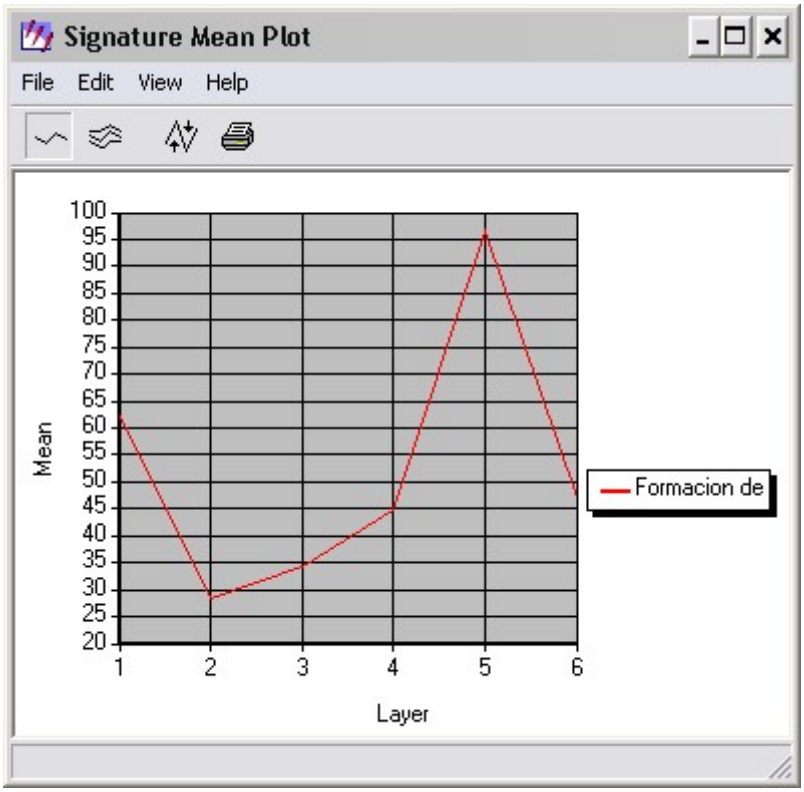
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	53.000	77.000	62.179	3.140
2	23.000	39.000	28.381	2.137
3	25.000	51.000	34.252	3.920
4	31.000	71.000	44.688	4.407
5	72.000	137.000	96.478	8.843
6	34.000	77.000	47.128	5.715

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	9.862	5.692	10.479	8.400	20.545	14.203
2	5.692	4.568	7.740	6.484	14.681	9.986
3	10.479	7.740	15.363	13.083	29.455	18.712
4	8.400	6.484	13.083	19.423	28.686	12.841
5	20.545	14.681	29.455	28.686	78.196	42.622
6	14.203	9.986	18.712	12.841	42.622	32.658

Close Help



24. Bosque transicional de Quebrachos y Cebiles en pie de monte

Unidad transicional entre la región de Yungas y el Chaco, también conocida como “umbral al Chaco”, se desarrolla sobre ambientes de relieve colinada, ondulado y en sectores de llanura donde las condiciones de precipitación entre los 600 a 800 mm. permite la formación de este tipo de comunidad.

Esta comunidad se caracteriza por la presencia de Cebil colorado en asociación con Quebracho colorado, estos se presentan como dominantes del bosque, asociados a estos son frecuentes especies chaqueñas como Tala, Molle, Mistol, Quebracho blanco entre otras.

Esta unidad se corresponde parcialmente con la unidad florística 1.1 descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 225125 ha.

Fotografía del ambiente tipo del Bosque transicional de Quebrachos y Cebiles en pie de monte.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Bosque transicional de quebrachos y cebil)

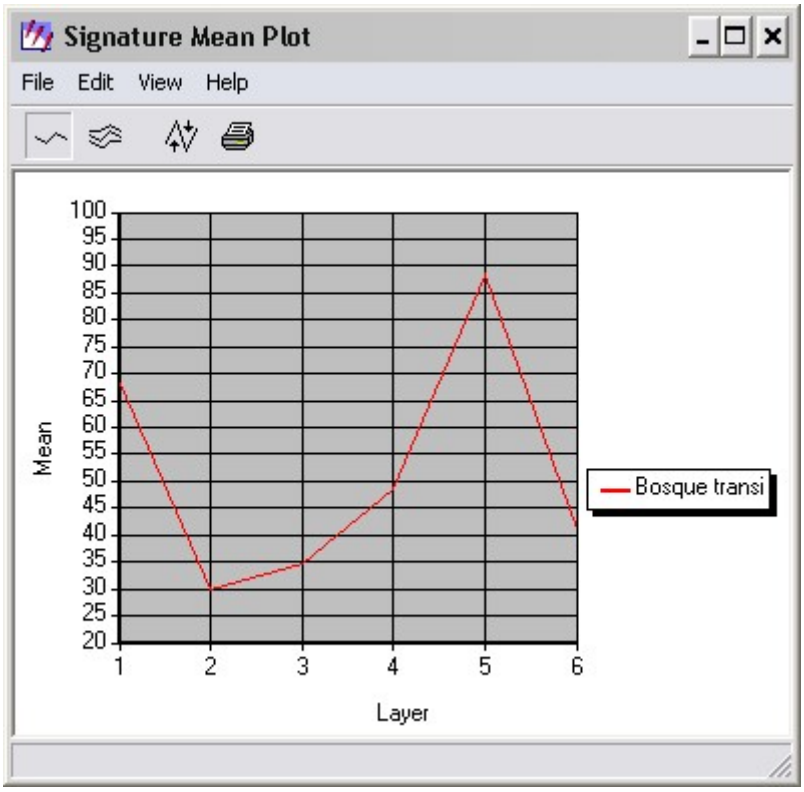
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	0.000	74.000	68.193	1.767
2	0.000	33.000	29.733	0.974
3	0.000	40.000	34.644	1.343
4	0.000	80.000	48.562	1.767
5	0.000	105.000	88.225	3.634
6	0.000	50.000	41.033	1.964

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	3.121	0.801	0.890	0.304	1.625	1.082
2	0.801	0.949	0.649	0.404	1.159	0.724
3	0.890	0.649	1.804	0.684	2.997	1.573
4	0.304	0.404	0.684	3.122	1.903	0.450
5	1.625	1.159	2.997	1.903	13.206	5.452
6	1.082	0.724	1.573	0.450	5.452	3.859

Close Help



25. Duraznillal en área de escurrimiento

Unidad ubicada en la antigua planicie aluvial del río Bermejo. Como su nombre lo indica se trata de un ambiente dominado por el estrato arbustivo de Duraznillo colorado con emergentes aislados de Yuchán, Quebracho colorado y blanco, Palo santo y Sacha rosa.

Esta unidad se corresponde con la unidad florística 7.2 descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 213643 ha.

Fotografía del ambiente típico de Duraznillal en área de escurrimiento.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Duraznillal en areas de escurrimiento)

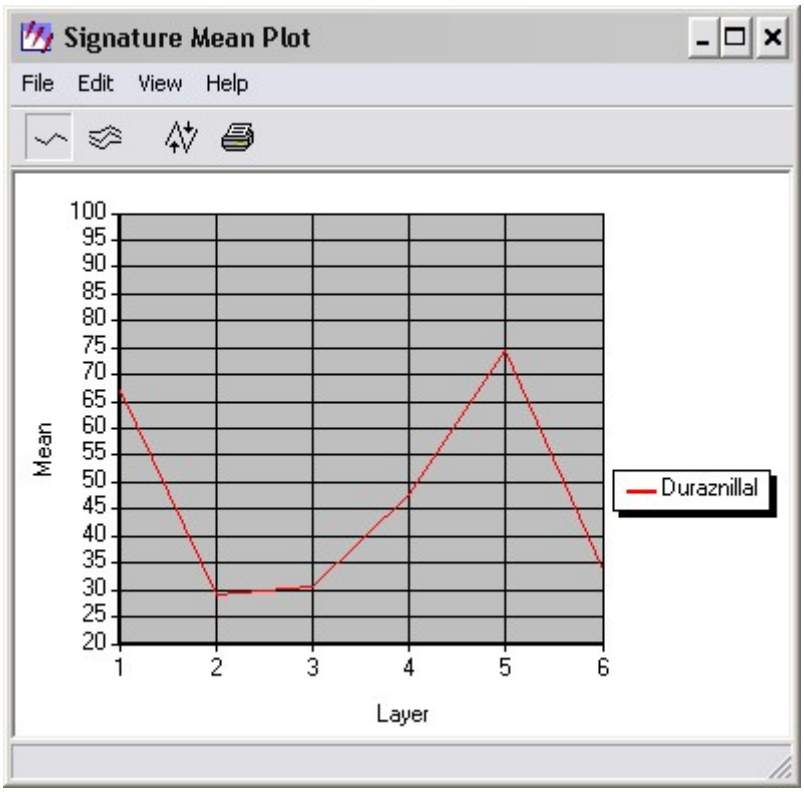
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	61.000	75.000	67.189	2.028
2	25.000	34.000	29.260	1.271
3	24.000	40.000	30.503	2.438
4	39.000	56.000	47.830	1.517
5	58.000	98.000	74.350	6.593
6	11.000	129.000	33.669	4.709

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	4.114	1.686	3.482	-0.599	9.141	6.388
2	1.686	1.617	2.506	-0.182	6.178	4.443
3	3.482	2.506	5.942	-0.676	13.843	9.899
4	-0.599	-0.182	-0.676	2.300	-3.449	-2.212
5	9.141	6.178	13.843	-3.449	43.463	28.663
6	6.388	4.443	9.899	-2.212	28.663	22.175

Close Help



26. Algarrobal en áreas de escurrimiento

Unidad ubicada en las márgenes y área de derrame del río Itiyuro en donde el ambiente se encuentra dominado por Algarrobo asociados con otras especies del ambiente chaqueño en menor proporción como Quebracho colorado y blanco.

Esta unidad se corresponde con la unidad florística 6.3 descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 32255 ha.

Fotografía del ambiente típico de Algarrobal en áreas de escurrimiento.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Algarrobal en areas de escurrimiento)

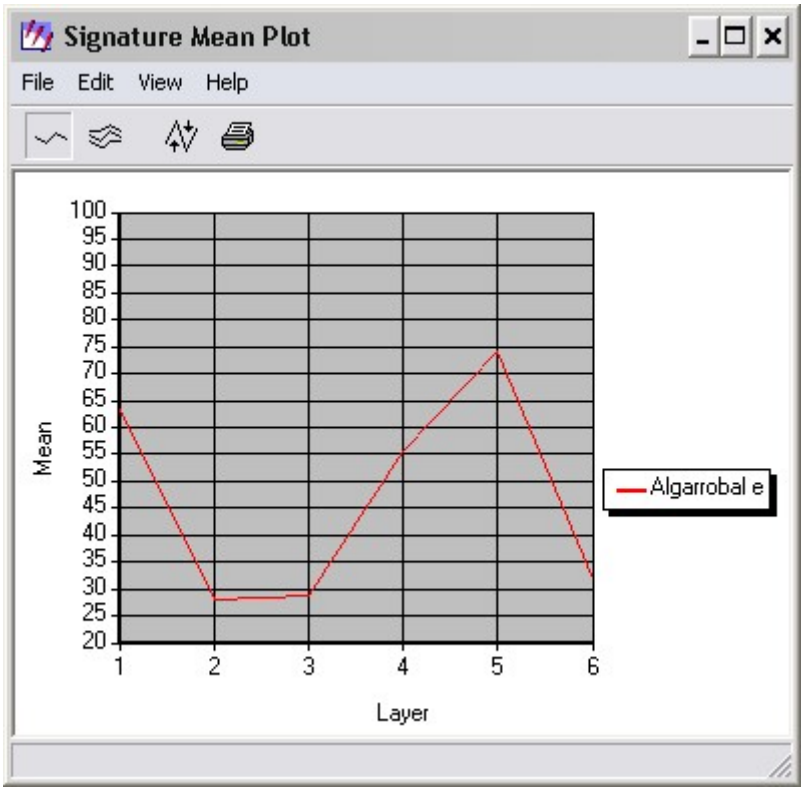
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	0.000	71.000	63.193	2.125
2	0.000	33.000	28.045	1.328
3	0.000	40.000	28.769	3.169
4	0.000	71.000	55.629	3.866
5	0.000	97.000	74.192	8.313
6	0.000	47.000	31.808	4.619

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	4.515	1.869	3.895	3.276	9.385	4.986
2	1.869	1.763	3.026	3.132	6.762	3.613
3	3.895	3.026	10.043	5.591	23.671	12.967
4	3.276	3.132	5.591	14.948	12.138	5.285
5	9.385	6.762	23.671	12.138	69.110	36.605
6	4.986	3.613	12.967	5.285	36.605	21.334

Close Help



27. Vinalar con Palo Santo

Unidad ubicada en el área de derrame de los ríos Dorado y del Valle, en la zona de los Bañados del Quirquincho. Se trata de un ambiente anegable dominado por un bosque de Vinal con Palo Santo.

Esta unidad se corresponde parcialmente con la unidad florística 6.6 descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 84470 ha.

Fotografía del ambiente típico de Vinalar con Palo santo.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Vinalar con palo santo)

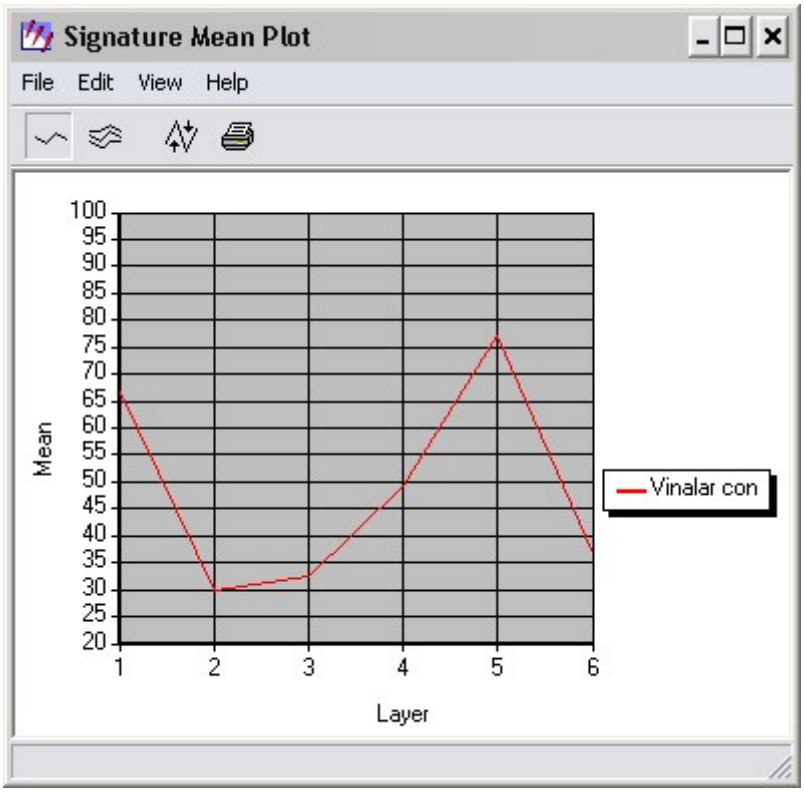
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	0.000	77.000	66.619	1.975
2	0.000	38.000	29.741	1.287
3	0.000	44.000	32.568	2.297
4	0.000	63.000	49.310	1.961
5	0.000	105.000	76.988	4.478
6	0.000	61.000	36.556	2.950

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	3.900	1.593	3.069	1.457	5.061	3.575
2	1.593	1.657	2.357	1.390	3.450	2.539
3	3.069	2.357	5.276	2.300	7.004	5.051
4	1.457	1.390	2.300	3.846	3.520	1.976
5	5.061	3.450	7.004	3.520	20.051	11.199
6	3.575	2.539	5.051	1.976	11.199	8.705

Close Help



28. Vinalar con Palma

Unidad ubicada en el área de derrame de los ríos Dorado y del Valle, en la zona de los Bañados del Quirquincho. Se trata de un ambiente anegable dominado por un bosque de Vinal con Palma. Se diferencia de la unidad anterior por la presencia de Palma.

Esta unidad se corresponde parcialmente con la unidad florística 6.6 descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 67587 ha.

Fotografía del ambiente típico de Vinalar con Palma, se observa la presencia dominante de Palma con el arbustal denso de Vinal.

Fotografía del ambiente típico de Vinalar con Palma, se observa la presencia dominante de Palma con el arbustal denso de Vinal.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Vinalar con palma)

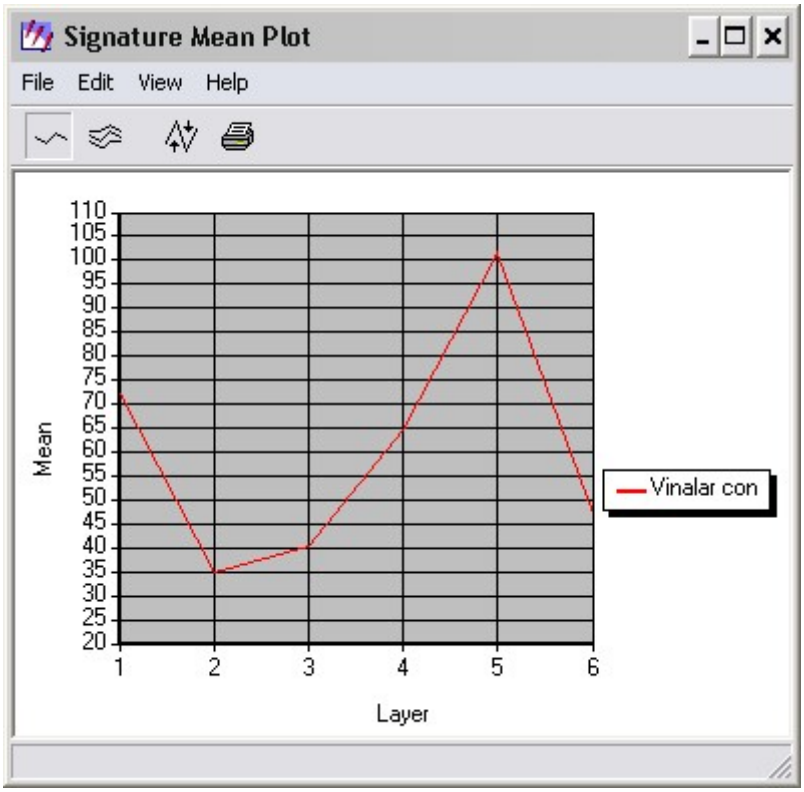
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	58.000	92.000	72.080	3.427
2	27.000	46.000	34.992	2.557
3	25.000	60.000	40.462	4.788
4	44.000	88.000	64.519	6.089
5	67.000	160.000	101.505	8.315
6	25.000	97.000	46.933	5.156

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	11.741	7.501	14.272	-0.459	15.917	11.500
2	7.501	6.541	11.254	2.203	11.780	8.060
3	14.272	11.254	22.922	-0.590	22.077	15.597
4	-0.459	2.203	-0.590	37.074	16.952	1.238
5	15.917	11.780	22.077	16.952	69.138	35.705
6	11.500	8.060	15.597	1.238	35.705	26.580

Close Help



29. Pastizal

Unidad ubicada en las Lomas de Medeiros al NO de la ciudad de Salta Capital, se trata de un ambiente de pastizal con algunso arboles aislados de Algarrobos y Tipas entre otros.

Esta unidad no se corresponde ninguna unidad descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 2063 ha.

Fotografía del ambiente típico de Pastizal.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Pastizal)

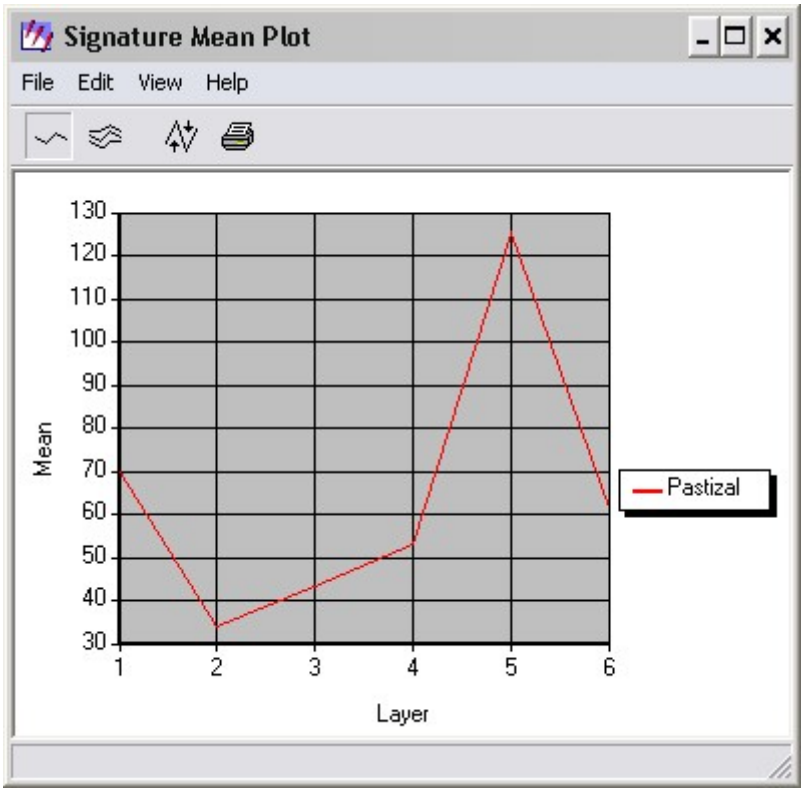
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	59.000	81.000	69.947	2.438
2	26.000	44.000	33.738	1.970
3	27.000	59.000	43.076	3.064
4	38.000	73.000	53.176	4.027
5	75.000	166.000	125.035	10.381
6	34.000	82.000	61.584	5.928

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	5.946	3.737	5.827	6.674	17.226	10.298
2	3.737	3.881	5.406	6.428	15.704	9.201
3	5.827	5.406	9.391	10.635	25.161	14.301
4	6.674	6.428	10.635	16.219	31.409	16.477
5	17.226	15.704	25.161	31.409	107.756	56.629
6	10.298	9.201	14.301	16.477	56.629	35.140

Close Help



Región del Monte

30. Estepa arbustiva de valles y quebradas

Unidad desarrollada en las márgenes de los ríos Calchaquí, Santa María y Las Conchas. Esta unidad hace referencia únicamente al bosque de Algarrobos asociado a las márgenes de estos ríos pero con la presencia de diferentes especies de Jarilla.

Esta unidad no se corresponde ninguna unidad descripta por Zapater del Castillo (1985).

La superficie ocupada por esta unidad de vegetación es de 3947 ha.

Fotografía del ambiente típico de Estepa arbustiva de valles y quebradas, donde se observa el bosque marginal dominado por Algarrobos y Jarillas.

Estadística descriptiva de la firma espectral.

Statistics (Estepa arbustiva de valles y quebradas)

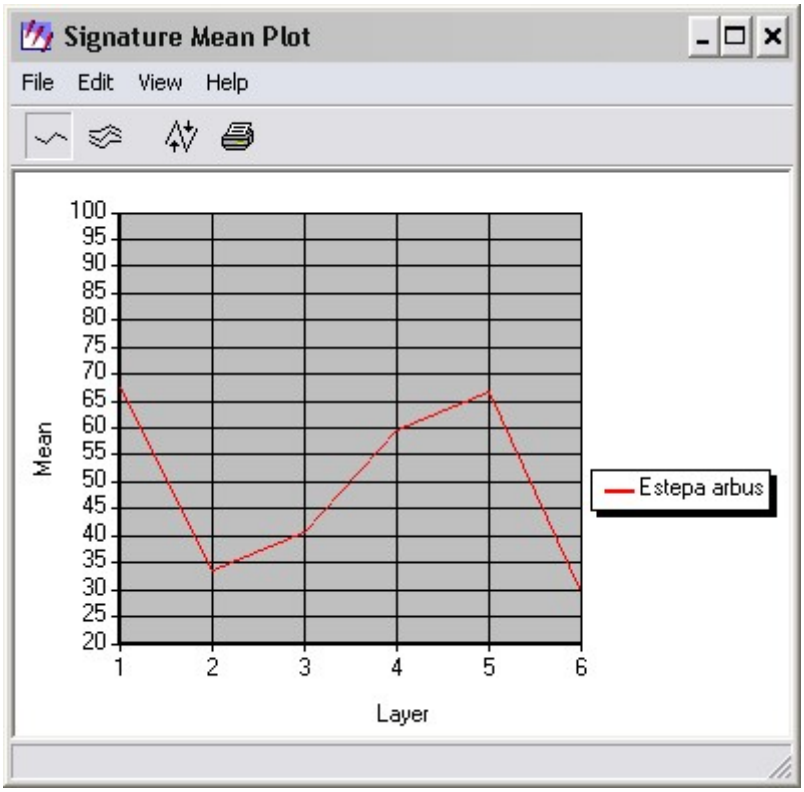
Univariate

Layer	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.
1	53.000	99.000	67.297	4.742
2	25.000	56.000	33.430	3.676
3	26.000	75.000	40.532	6.166
4	36.000	83.000	59.776	8.011
5	19.000	109.000	66.572	12.620
6	8.000	71.000	29.590	7.660

Covariance

Layer	1	2	3	4	5	6
1	22.490	15.617	25.411	21.257	35.681	19.062
2	15.617	13.510	21.450	21.183	26.469	13.630
3	25.411	21.450	38.017	36.281	49.554	23.484
4	21.257	21.183	36.281	64.183	39.255	9.807
5	35.681	26.469	49.554	39.255	159.261	82.193
6	19.062	13.630	23.484	9.807	82.193	58.683

Close Help



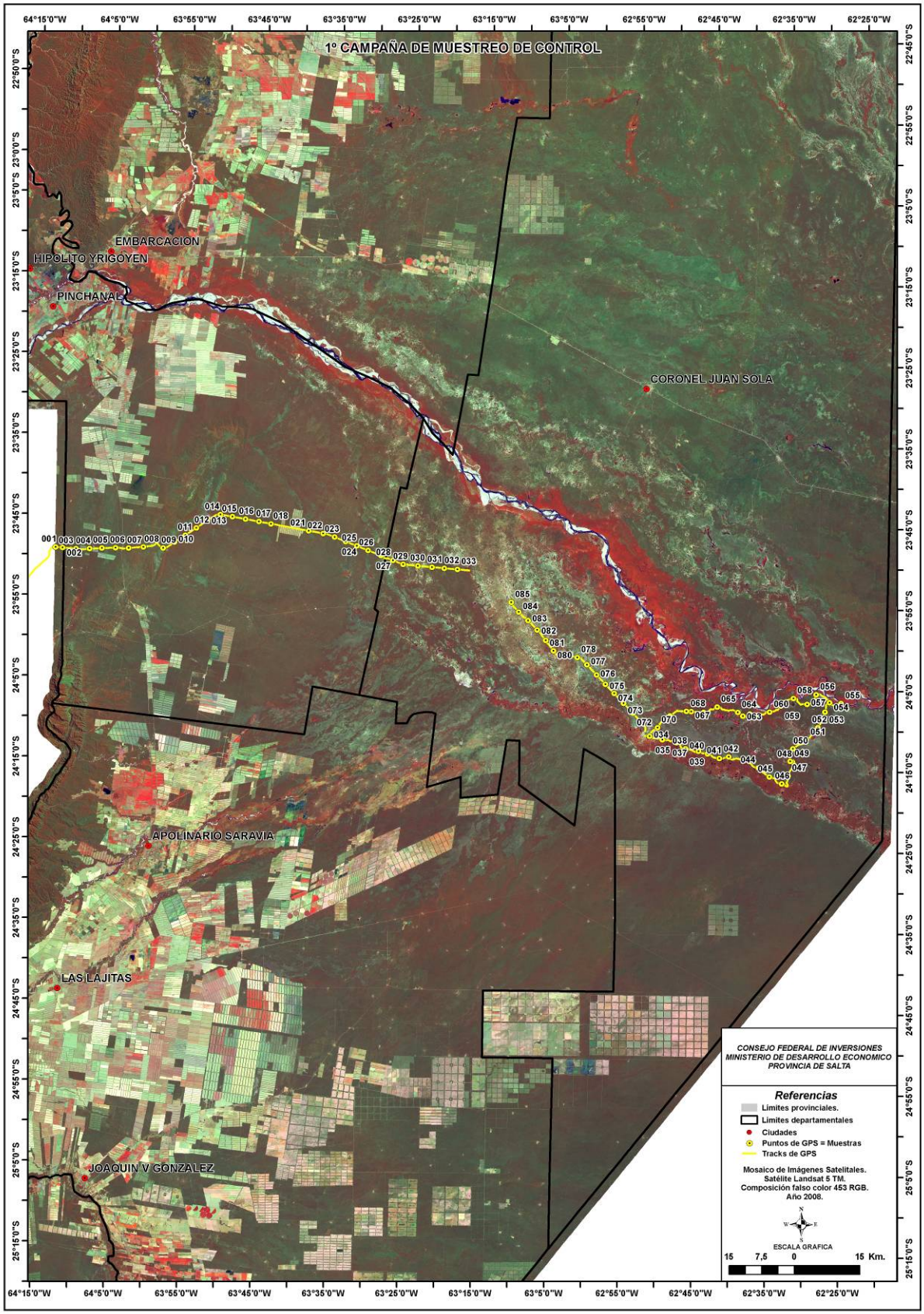
1.7 –Control estadístico de la superficie clasificada

Para evaluar estadísticamente el Mapa de Cobertura del Suelo para el Año 2008 obtenido por clasificación supervisada se empleó la técnica de Matriz de Confusión como se indicó en el apartado 1.7 del procedimiento de análisis.

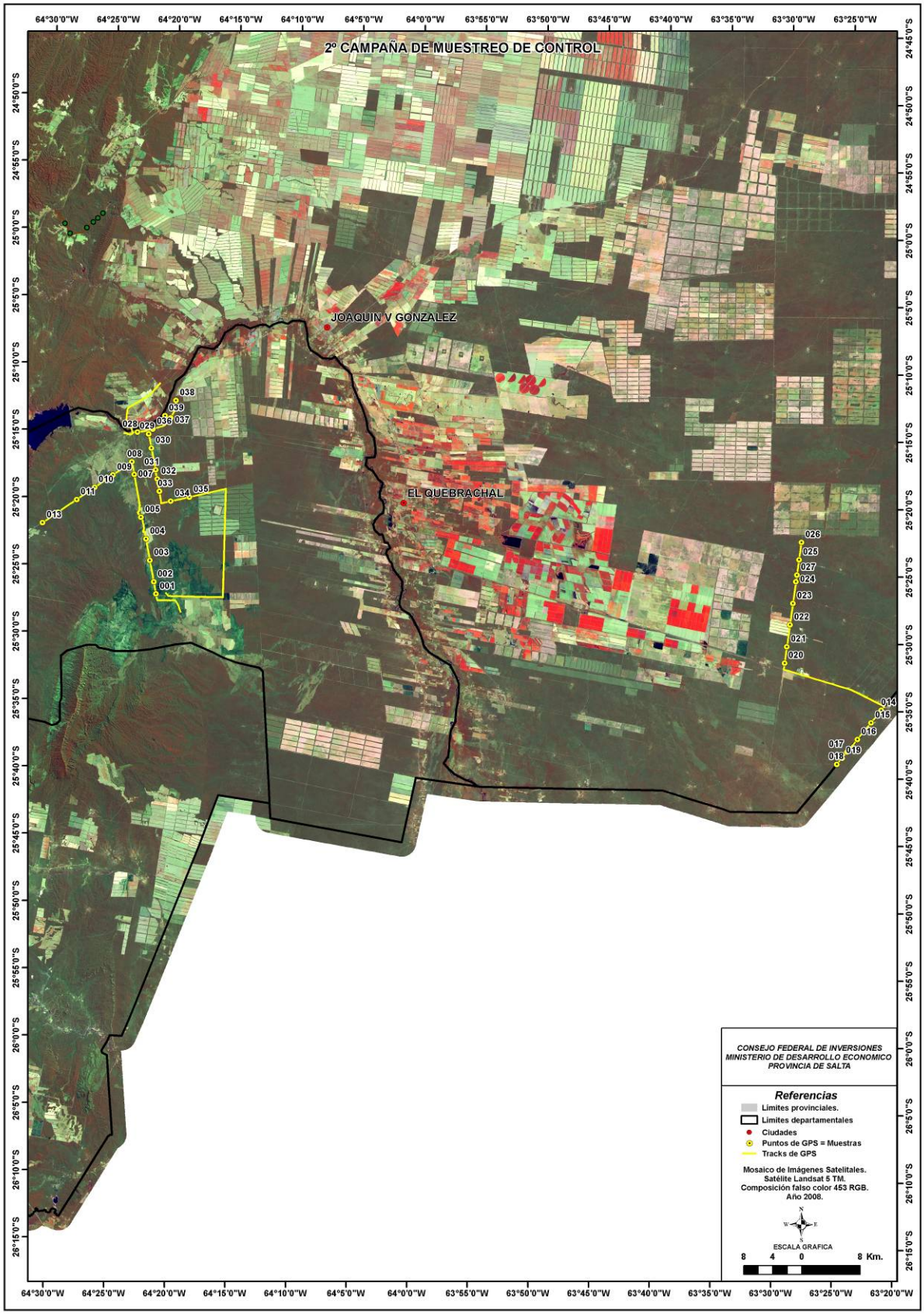
En este contexto, se registraron un total de 490 muestras de unidades de vegetación en campo lo que hace una superficie total de muestreo de 980 ha. (tamaño de la unidad de muestreo 2 ha.). Cabe aclarar que el muestreo se desarrolló sobre las áreas con cobertura boscosa quedando fuera del presente análisis las clases como agua, suelo desnudo, playa de inundación, área de uso agropecuario por considerarse a las mismas de fácil detección, por lo que el cálculo y análisis de la matriz de confusión se centra en las unidades de vegetación identificadas por la clasificación supervisada.

A continuación se presentan las zonas de muestreo efectuadas en toda el área de bosque nativo de la Provincia de Salta.

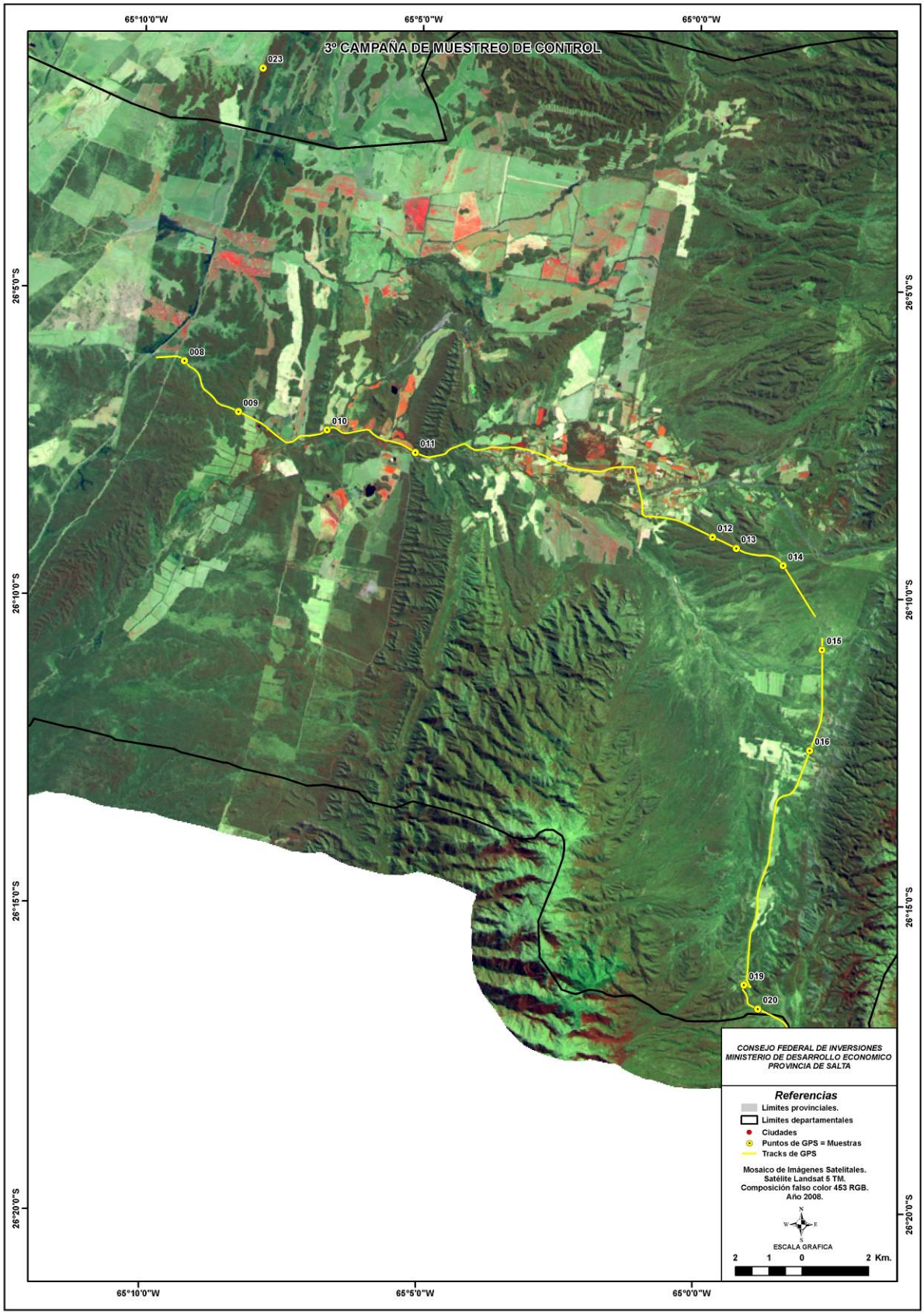
Plano de 1º Campaña de Muestreo de Control.



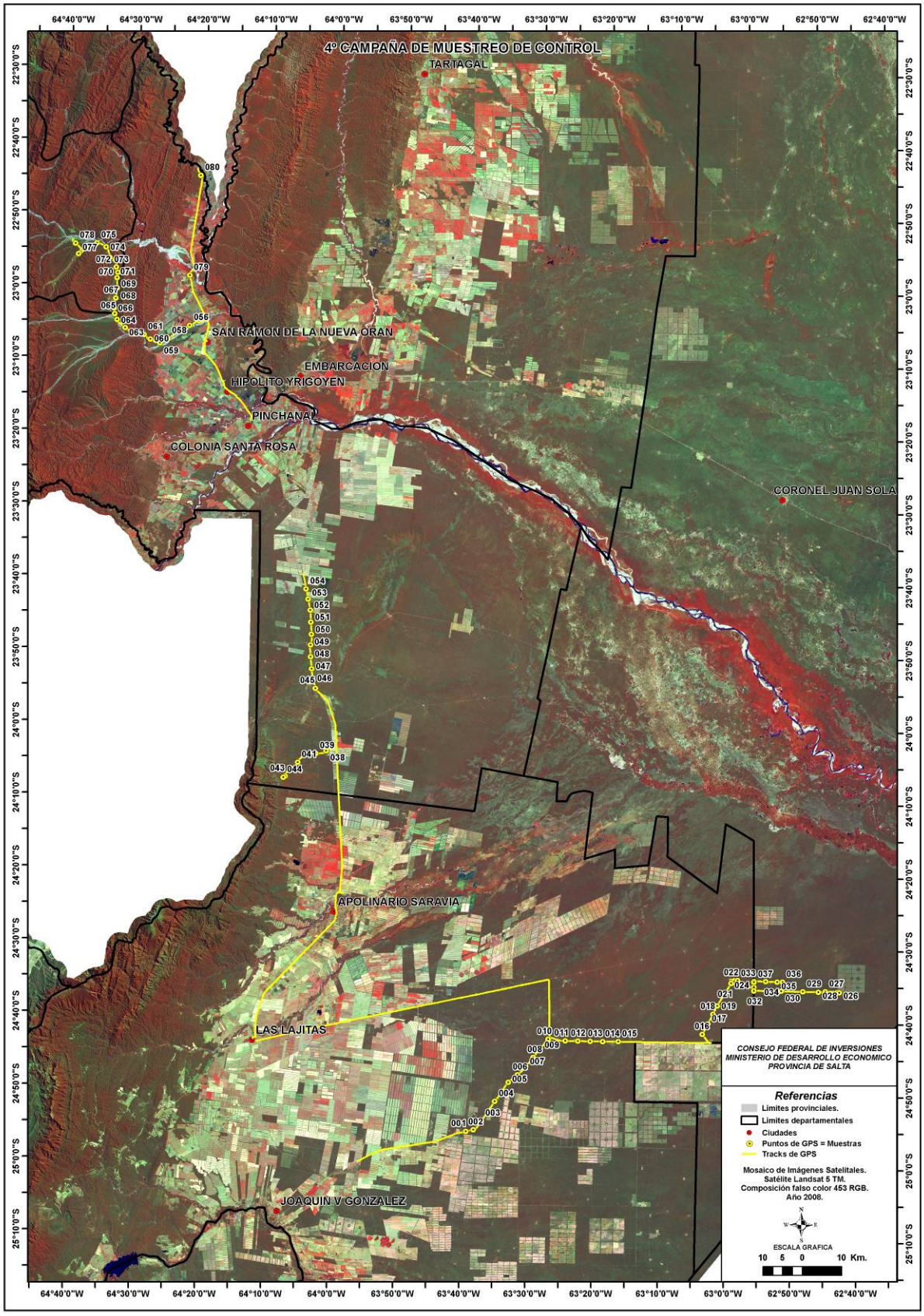
Plano de 2º Campaña de Muestreo de Control.



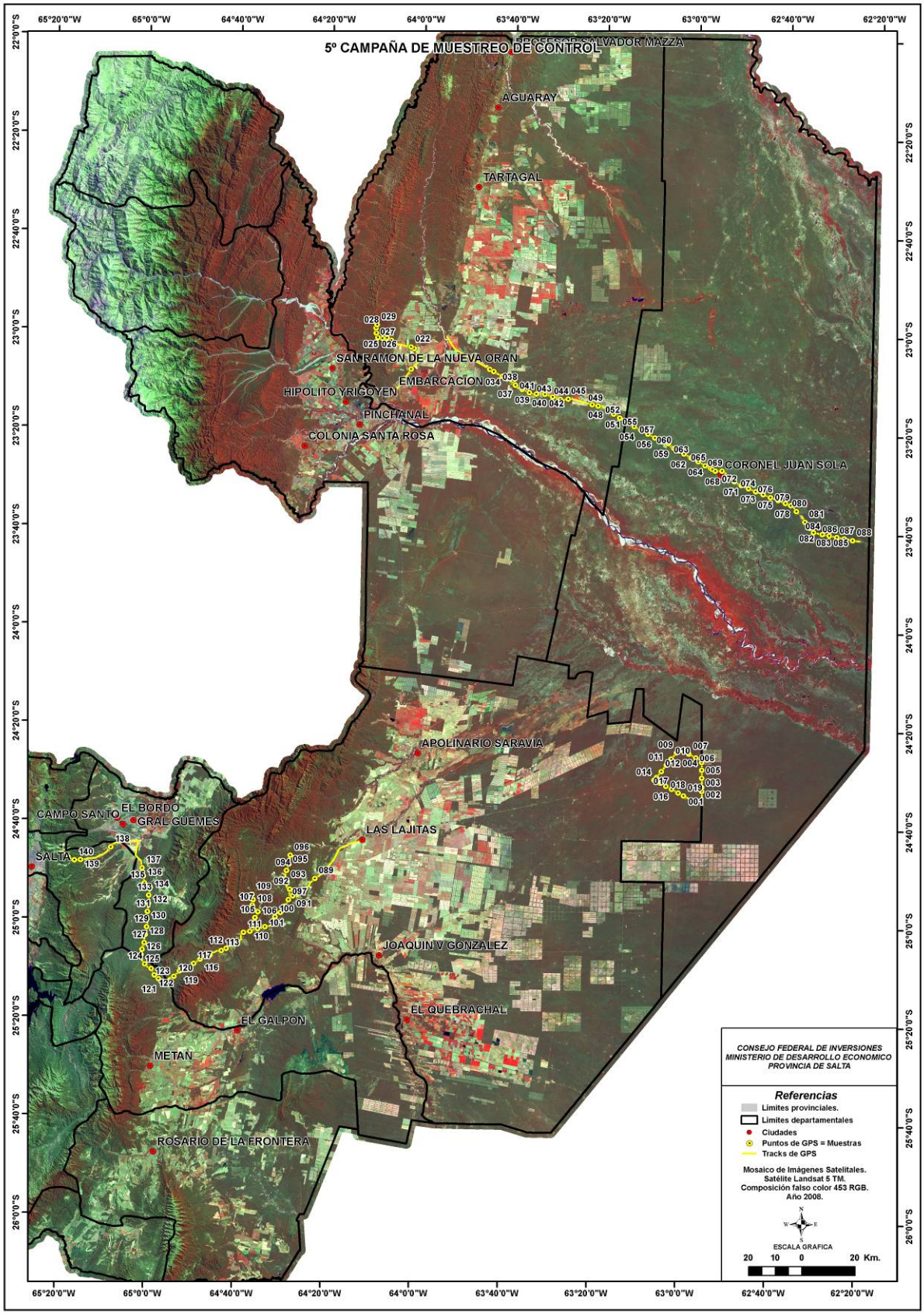
Plano de 3º Campaña de Muestreo de Control.



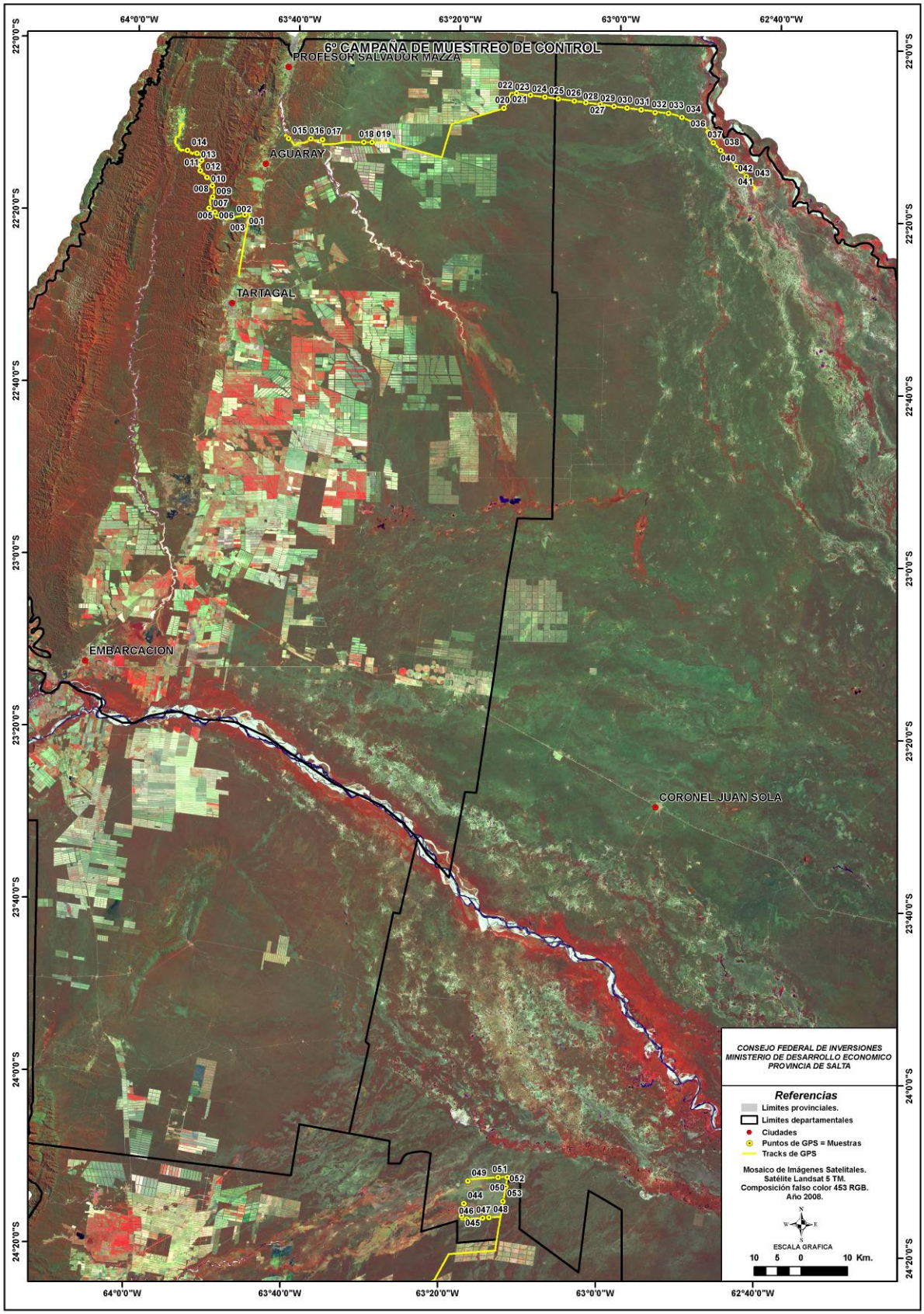
Plano de 4º Campaña de Muestreo de Control.



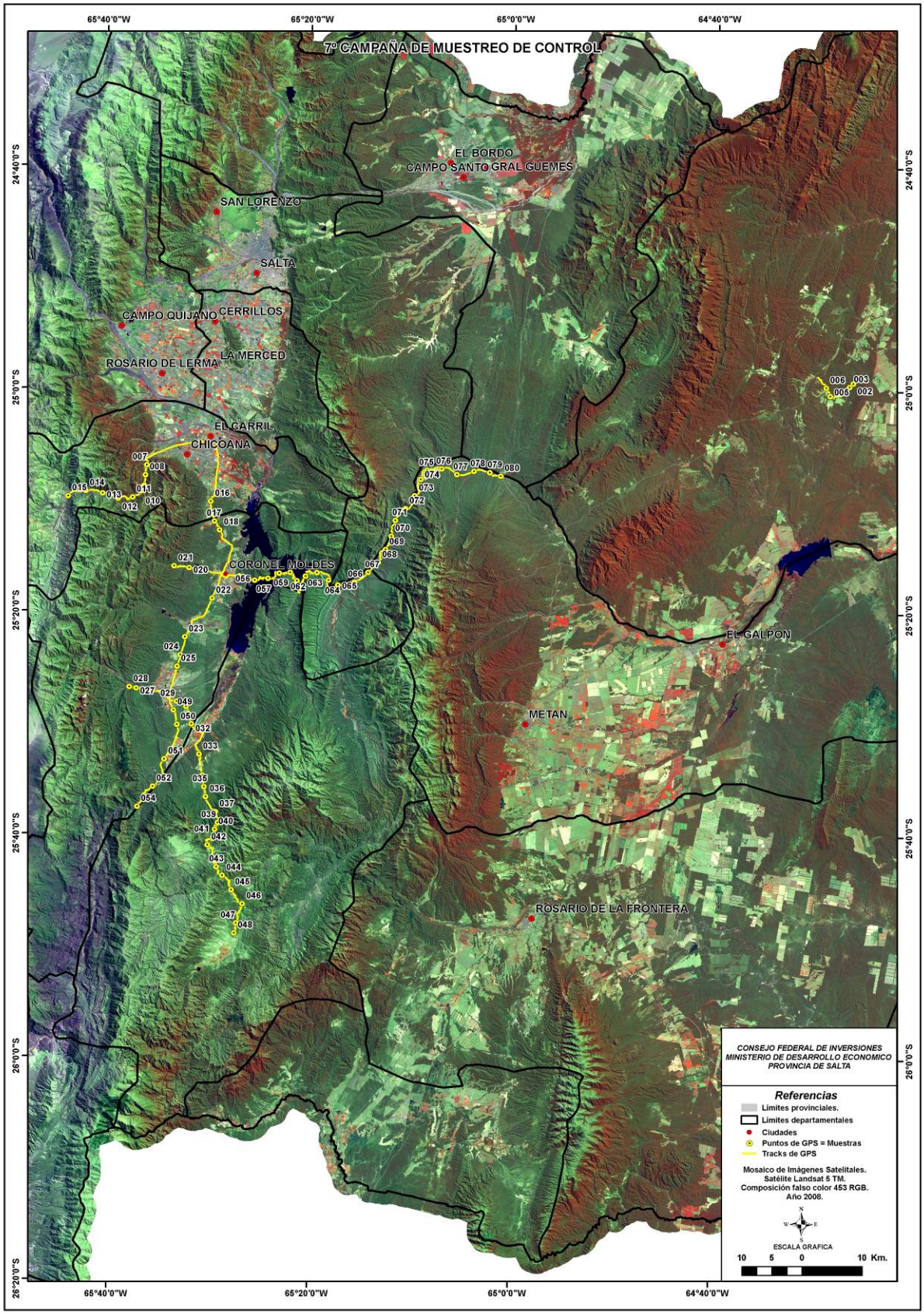
Plano de 5º Campaña de Muestreo de Control.



Plano de 6º Campaña de Muestreo de Control.



Plano de 7º Campaña de Muestreo de Control.



Como se indicó se efectuaron en total 7 campañas de muestreo con un total de 490 muestras es decir 980 ha. muestreadas.

La matriz de confusión que se presenta en las páginas siguientes, indica en la diagonal de la matriz el número de puntos de verificación en donde existe coincidencia entre las dos fuentes de información, es decir campo y clasificación supervisada, mientras que los valores marginales indican errores de asignación. Por lo tanto la relación entre el número de puntos correctamente asignados y el total expresa la fiabilidad global del mapa.

En este contexto la clasificación supervisada para identificar las unidades de vegetación de los bosques nativos de la Provincia de Salta presenta una confiabilidad global del 90,22 %, es decir que existe una coincidencia entre las dos fuentes de información, campo y clasificación, del 90,22 %. No obstante resulta importante analizar los errores de omisión y comisión para identificar donde estuvieron los máximos errores.

El máximo error de comisión se encontró en la clase Bosque de Quebrachos en pie de monte y llanura estabilizada (A1), es decir que hubo una delimitación excesiva en un 14 % de esta categoría, mientras que para el resto de las clases los errores de comisión detectados son inferiores al 0,46 %.

Para los errores de omisión, se detectó un máximo del 87,5 % en la clase Bosque de Quebrachos en planicie aluvial del río Juramento (A9), esto quiere decir que hubo una definición errónea del 87, 5 % en esa clase. Esto se debe a la alta similitud de esta clase con el Bosque de Quebrachos en pie de monte y llanura estabilizada (A1), si se observa la matriz el máximo error de omisión para la clase A9 se halla en la asignación con A1. Esto quiere decir, a nivel de muestras, que sobre un total de 16 ha. se clasificaron 2 ha. en correspondencia entre campo y clasificación para la clase A9, mientras que se clasificaron 14 ha. como A1 cuando debió ser A9. Otro error de omisión elevado se registró en la clase Selva de transición (B0), dicho error se centra en las clases Bosque transicional de Quebrachos y Cebil en pie de monte (A12) y Selva pedemontana (B1). Para el resto de los errores de omisión los valores registrados son inferiores al 26 %.

Otro estadístico muy empleado para caracterizar la significancia de un producto cartográfico es el Índice Kappa. Este índice mide la diferencia entre la concordancia de los datos de campo con los obtenidos por la clasificación supervisada y el que cabría esperar simplemente por azar. Esto quiere decir que lo que buscar definir

este índice es nivel o grado de ajuste debido solo a la exactitud de la clasificación prescindiendo del causado por factores aleatorios. Su cálculo es el siguiente:

$$K= [N \times SD) - SR] / N^2 – SR$$

Donde N = totales observados; SD = es la suma de la diagonal de la matriz de confusión; SR = es la suma promedio de los residuales.

Entonces: N = 983,9535; SD = 887,7296; SR = 126730,8192.

El valor resultante para el estadístico K es de 0,887 o 88 %.

El valor obtenido del Índice Kappa nos indica que la clasificación obtenida es un 88 % mejor que las esperables por azar. Se debe considerar que valores iguales a 1 del índice K indican una concordancia total entre los datos de campo con los de la clasificación supervisada, mientras que valores próximos a 0 indican que la concordancia entre campo y clasificación supervisada es puramente debido al azar.

A continuación se presenta la nomenclatura de las clases para la Matriz de Confusión y consecuentemente la matriz.

Unidad	Leyenda
A1	Bosque de Quebrachos en pie de monte y llanura estabilizada
A2	Bosque chaqueño en serranía
A3	Quebrachal Palosantal
A4	Peladar, Algarrobal y Bosque en madrejones en áreas de divagaciones meándricas
A5	Bosque de ribera
A6	Quebrachal Duraznillal con Palo Santo en áreas deprimidas o de escurrimiento
A7	Arbustal en conos aluviales
A8	Áreas afectadas por fuego
A9	Bosque de Quebrachos en planicie aluvial del río Juramento
A10	Formación de matorrales en áreas de derrame o alteradas
A11	Pastizal de altura
A12	Bosque transicional de Quebrachos y Cebiles en pie de monte
A13	Duraznillal en área de escurrimiento
A14	Pastizal
A16	Algarrobal en áreas de escurrimiento
A17	Vinalar con Palo Santo
A18	Vinalar con Palma
B0	Selva de transición
B1	Selva pedemontana
B2	Selva montana
B3	Bosque montano
B4	Bosque en conos aluviales y antiguos cauces

Matriz de Confusión de la clasificación supervisada para las unidades de vegetación del área de bosques nativos de la Provincia de Salta.

	Unidades de Vegetación	DATOS DE LA CLASIFICACIÓN SUPERVISADA																							ERROR DE OMISION
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A16	A17	A18	B0	B1	B2	B3	B4	TOTAL	
DATOS DE CAMPO	A1	172,98	10,04	0,00	0,13	0,00	5,89	0,00	0,00	1,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**190,77**	9,32
	A2	0,00	202,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**204,82**	0,98
	A3	0,00	0,00	16,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**16,06**	0,00
	A4	0,00	0,00	0,00	59,50	0,00	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**64,26**	7,40
	A5	0,00	0,00	0,00	0,00	24,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**24,10**	0,00
	A6	6,06	0,00	0,00	2,01	0,00	152,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**164,66**	7,62
	A7	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	5,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**6,02**	0,77
	A8	0,00	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**12,05**	16,67
	A9	14,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**16,06**	87,50
	A10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**14,06**	0,00
	A11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**4,02**	0,00
	A12	4,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,02	0,00	0,00	0,00	0,00	**38,15**	26,32
	A13	4,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**30,12**	13,33
	A14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**6,02**	0,00
	A16	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**6,02**	7,30
	A17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**16,06**	25,00
	A18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**2,01**	0,00
	B0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,09	10,04	0,00	0,00	0,00	**44,18**	50,00
	B1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,12	0,00	0,00	0,00	**30,12**	0,00
	B2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	78,31	0,00	0,00	**78,31**	0,00
	B3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,74	8,03	0,00	**10,04**	20,00
	B4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	5,63	**6,02**	6,61
	TOTAL	**201,57**	**214,91**	**16,06**	**61,64**	**24,10**	**166,77**	**5,98**	**10,04**	**3,74**	**14,06**	**6,29**	**40,16**	**30,59**	**6,02**	**5,58**	**12,05**	**2,01**	**28,11**	**40,16**	**80,05**	**8,43**	**5,63**	**983,95**	
	ERROR DE COMISION	14,18	0,06	0,00	0,03	0,00	0,09	0,00	0,00	0,46	0,00	0,36	0,30	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,25	0,02	0,05	0,00		**90,22 %**

1.8 – Generación del modelo digital de elevación del terreno (MDT), modelo digital de pendientes del terreno (MDPT) y curvas de nivel

Control del modelo digital de elevación del SRTM

A partir de la vinculación espacial de valores de altitud entre el IGM y el SRTM para la Provincia de Salta, se tomaron un total de 491 muestras.

Muestras de alturas correspondientes al IGM y al SRTM.

Muestra	Altura IGM	Altura SRTM	*Muestra*	Altura IGM	Altura SRTM	*Muestra*	Altura IGM	Altura SRTM
1	3718,00	3513	***165***	5024,00	4639	***329***	203,00	204
2	5204,00	5000	***166***	5293,00	5306	***330***	189,20	195
3	1670,20	1665	***167***	4019,00	4056	***331***	4147,00	4060
4	2211,00	2132	***168***	1029,00	1073	***332***	5116,00	5066
5	1618,70	1615	***169***	4153,00	4080	***333***	4309,00	4071
6	4815,00	4742	***170***	1268,00	1277	***334***	187,10	192
7	5512,00	5116	***171***	3485,00	3442	***335***	4486,00	4354
8	812,50	815	***172***	5591,00	5532	***336***	6022,00	5986
9	2509,00	2397	***173***	4032,00	4034	***337***	4225,00	4195
10	3393,00	3310	***174***	4763,00	4457	***338***	189,30	192
11	3653,00	3488	***175***	3689,00	3522	***339***	6102,00	6136
12	1833,00	1576	***176***	4988,00	4792	***340***	4306,00	4168
13	1617,00	1628	***177***	1762,00	1562	***341***	4212,00	3966
14	831,00	685	***178***	4115,00	4028	***342***	4208,00	4122
15	2535,00	2383	***179***	4631,00	4470	***343***	3777,00	3827
16	1664,10	1674	***180***	1163,00	1191	***344***	5436,00	5329
17	898,50	904	***181***	2771,00	2610	***345***	4368,00	4256
18	1861,00	1655	***182***	1027,00	1078	***346***	5397,00	5218
19	1911,00	1661	***183***	442,00	435	***347***	6095,00	6033
20	1523,20	1526	***184***	5144,00	5054	***348***	3889,60	3903
21	2431,00	2279	***185***	3758,00	3647	***349***	5314,00	5054
22	4625,00	4514	***186***	4462,00	4274	***350***	3575,00	3583
23	3744,00	3678	***187***	2598,50	2577	***351***	191,10	197
24	948,20	988	***188***	1915,00	1867	***352***	5298,00	5183
25	4612,00	4380	***189***	5588,00	5480	***353***	193,90	200
26	1284,00	1217	***190***	3943,80	3967	***354***	4552,00	4506
27	2640,00	2708	***191***	5248,00	5246	***355***	3808,10	3820
28	1605,50	1615	***192***	6380,00	6238	***356***	4482,00	4364
29	2184,00	1963	***193***	1570,00	1558	***357***	3932,00	3935

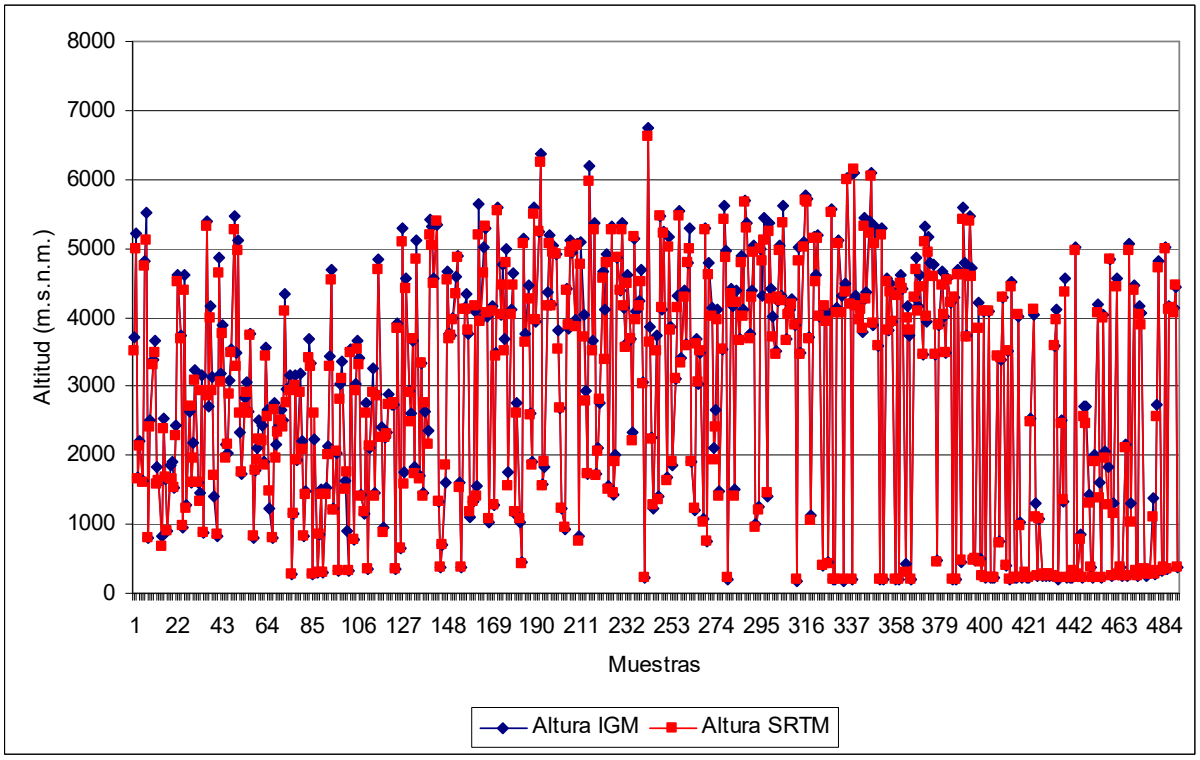
30	3224,00	3088	***194***	1821,00	1903	***358***	196,10	202
31	1605,00	1609	***195***	4358,00	4172	***359***	4386,00	4302
32	1443,00	1341	***196***	5192,00	5055	***360***	197,20	200
33	3149,00	2928	***197***	4190,00	4159	***361***	4612,00	4478
34	883,60	887	***198***	5038,00	4946	***362***	4402,00	4426
35	5401,00	5323	***199***	4916,00	4911	***363***	438,00	290
36	2715,00	2854	***200***	3817,00	3547	***364***	4169,00	3995
37	4162,00	3997	***201***	2672,00	2678	***365***	3747,70	3822
38	3129,00	2940	***202***	1217,60	1224	***366***	200,30	208
39	1408,00	1705	***203***	936,00	950	***367***	4288,00	4283
40	839,30	862	***204***	4423,00	4397	***368***	4862,00	4692
41	4854,00	4642	***205***	3827,60	3877	***369***	4166,00	4088
42	3185,00	3068	***206***	5122,00	4942	***370***	4612,00	4438
43	3876,00	3758	***207***	4951,00	5008	***371***	3468,00	3471
44	2151,00	1954	***208***	3955,00	3874	***372***	5314,00	5083
45	2025,00	2150	***209***	5074,00	5035	***373***	3929,10	4004
46	3084,00	2894	***210***	830,00	750	***374***	5155,00	4932
47	3528,00	3487	***211***	5092,00	4754	***375***	4779,00	4579
48	5457,00	5256	***212***	4046,00	3715	***376***	4764,00	4601
49	3482,00	3296	***213***	2925,00	2794	***377***	3469,00	3472
50	5114,00	4972	***214***	1729,00	1724	***378***	486,00	460
51	2335,00	2598	***215***	6184,00	5963	***379***	3887,00	3888
52	1736,90	1745	***216***	3673,00	3522	***380***	4664,00	4452
53	2823,00	2672	***217***	5356,00	5260	***381***	4015,80	4033
54	3062,00	2902	***218***	1739,00	1700	***382***	3494,00	3496
55	2639,00	2597	***219***	2108,00	2050	***383***	4552,00	4532
56	3762,00	3739	***220***	2757,60	2809	***384***	4225,00	4205
57	791,70	822	***221***	4676,00	4575	***385***	209,00	211
58	1770,20	1780	***222***	4116,00	3379	***386***	4279,00	4291
59	2109,00	1922	***223***	4922,00	4784	***387***	203,00	210
60	2498,00	2232	***224***	1552,00	1504	***388***	4678,00	4607
61	2437,00	2204	***225***	5308,00	5259	***389***	460,00	483
62	1902,30	1855	***226***	1440,00	1450	***390***	5594,00	5413
63	3562,00	3443	***227***	1997,00	1908	***391***	4801,00	4625
64	2652,00	2559	***228***	4855,00	4863	***392***	3739,00	3724
65	1236,80	1481	***229***	4396,00	4388	***393***	5473,00	5383
66	810,50	811	***230***	5371,00	5274	***394***	4707,00	4597
67	2765,00	2659	***231***	4148,00	4156	***395***	510,00	486
68	2145,00	1959	***232***	3617,00	3571	***396***	477,00	496
69	2407,00	2332	***233***	4621,00	4484	***397***	4214,00	3844
70	2649,00	2508	***234***	3683,60	3675	***398***	494,00	463
71	2509,00	2395	***235***	2327,00	2217	***399***	251,00	253

72	4349,00	4082	***236***	5137,00	5168	***400***	4089,00	4087
73	2964,00	2771	***237***	4088,00	3954	***401***	230,20	232
74	3151,00	2933	***238***	4238,00	4160	***402***	4092,00	4096
75	266,70	269	***239***	4698,00	4504	***403***	229,70	232
76	1142,60	1151	***240***	3055,80	3046	***404***	230,90	235
77	3172,00	3005	***241***	216,00	221	***405***	236,00	238
78	1932,30	1922	***242***	6739,00	6620	***406***	3426,00	3427
79	3185,00	2905	***243***	3874,00	3641	***407***	750,00	732
80	2204,00	2093	***244***	2263,00	2230	***408***	3395,00	3412
81	818,00	830	***245***	1225,60	1272	***409***	4293,00	4286
82	1483,00	1427	***246***	3747,00	3521	***410***	406,00	411
83	3682,00	3411	***247***	1402,00	1346	***411***	3509,00	3502
84	3346,00	3277	***248***	5475,00	5465	***412***	209,50	210
85	277,70	281	***249***	4116,00	4139	***413***	4518,00	4432
86	2220,00	2618	***250***	5246,00	5213	***414***	217,20	220
87	292,20	290	***251***	1682,00	1640	***415***	220,20	222
88	847,20	863	***252***	5163,00	5006	***416***	4008,00	4041
89	1495,00	1417	***253***	3851,00	3817	***417***	1034,00	982
90	301,20	303	***254***	1848,00	1914	***418***	231,60	235
91	1534,00	1425	***255***	3109,70	3113	***419***	270,00	292
92	2132,00	2011	***256***	4303,00	4127	***420***	234,80	237
93	3424,00	3281	***257***	5531,00	5461	***421***	237,60	238
94	4680,00	4538	***258***	3413,00	3347	***422***	2545,00	2475
95	1222,00	1203	***259***	4387,00	4293	***423***	4040,00	4113
96	2039,60	2046	***260***	3616,00	3577	***424***	1295,00	1105
97	315,70	317	***261***	4786,00	4793	***425***	243,10	244
98	3038,00	2817	***262***	5298,00	4985	***426***	1079,00	1088
99	3359,00	3101	***263***	1895,00	1894	***427***	252,10	255
100	1631,00	1503	***264***	1204,00	1240	***428***	271,10	274
101	891,00	1744	***265***	3676,00	3620	***429***	255,40	256
102	324,70	327	***266***	3044,00	3051	***430***	264,40	268
103	3541,00	3486	***267***	3474,00	3510	***431***	260,00	265
104	775,20	780	***268***	1089,00	1028	***432***	256,70	258
105	3045,00	2927	***269***	5299,00	5273	***433***	3580,00	3598
106	3653,00	3539	***270***	747,40	752	***434***	4115,00	3968
107	3410,00	3302	***271***	4791,00	4622	***435***	211,60	216
108	1423,00	1405	***272***	4128,00	4001	***436***	2508,00	2449
109	1166,00	1171	***273***	2108,00	1937	***437***	1331,00	1349
110	2765,00	2616	***274***	2661,00	2411	***438***	4562,00	4375
111	341,30	339	***275***	4124,00	3973	***439***	214,00	221
112	2099,50	2121	***276***	1491,00	1403	***440***	232,30	235
113	3256,00	2905	***277***	3529,00	3537	***441***	215,60	220

114	1456,00	1403	***278***	5620,00	5409	***442***	329,90	326
115	2882,00	2855	***279***	4976,00	4854	***443***	5008,00	4962
116	4847,00	4697	***280***	212,00	215	***444***	258,30	265
117	2401,00	2249	***281***	4419,00	4329	***445***	854,00	782
118	949,00	880	***282***	4171,00	4213	***446***	222,90	230
119	2268,00	2252	***283***	1507,00	1412	***447***	2719,00	2564
120	2324,00	2319	***284***	4398,00	4204	***448***	2719,00	2452
121	2873,00	2746	***285***	3674,60	3671	***449***	1440,00	1310
122	2745,00	2734	***286***	4882,00	4795	***450***	370,60	378
123	2742,50	2761	***287***	4122,00	4025	***451***	229,20	234
124	352,40	355	***288***	5705,00	5676	***452***	2017,00	1900
125	3915,00	3842	***289***	5356,00	5299	***453***	4192,00	4075
126	662,80	658	***290***	3767,30	3696	***454***	1615,00	1377
127	5302,00	5098	***291***	4391,00	4285	***455***	233,80	238
128	1752,00	1590	***292***	5042,00	4933	***456***	4045,00	3986
129	4563,00	4404	***293***	1010,00	944	***457***	2056,00	1963
130	2932,60	2909	***294***	1252,00	1214	***458***	1839,00	1284
131	2614,00	2486	***295***	4981,00	4986	***459***	4840,00	4828
132	3666,00	3683	***296***	4324,00	4804	***460***	239,00	244
133	1831,00	1723	***297***	5448,00	5112	***461***	1298,00	1142
134	5109,00	4848	***298***	1402,00	1450	***462***	4573,00	4431
135	1702,00	1655	***299***	5378,00	5230	***463***	268,40	278
136	3347,80	3325	***300***	4422,00	4261	***464***	369,30	372
137	1446,00	1409	***301***	4009,00	3714	***465***	244,40	251
138	2639,50	2763	***302***	3512,00	3450	***466***	2148,00	2097
139	2356,00	2149	***303***	4225,80	4290	***467***	248,40	254
140	5416,00	5184	***304***	5033,00	4973	***468***	5055,00	4959
141	5309,00	5052	***305***	4316,00	4239	***469***	1300,00	1040
142	4563,00	4487	***306***	5611,00	5375	***470***	4475,00	4381
143	5331,00	5382	***307***	3684,00	3665	***471***	321,10	325
144	1339,00	1323	***308***	4217,00	4033	***472***	253,90	261
145	366,50	368	***309***	4108,00	4054	***473***	4164,00	4042
146	693,60	714	***310***	4269,00	4184	***474***	4075,00	3883
147	1615,10	1852	***311***	3876,00	3881	***475***	353,30	359
148	4669,00	4534	***312***	186,00	191	***476***	260,90	265
149	3763,00	3674	***313***	5020,00	4808	***477***	266,10	272
150	3737,00	3734	***314***	3476,00	3473	***478***	330,40	337
151	3976,00	3967	***315***	5081,00	5010	***479***	1371,00	1095
152	4583,00	4328	***316***	5774,00	5697	***480***	281,20	287
153	4895,00	4866	***317***	5716,00	5677	***481***	2735,00	2549
154	1612,00	1533	***318***	3714,00	3683	***482***	4810,00	4707
155	376,90	383	***319***	1118,00	1046	***483***	315,30	319

156	4141,00	4124	***320***	5161,00	5133	***484***	375,30	379
157	4345,00	4112	***321***	4605,00	4511	***485***	5026,00	4996
158	3757,00	3801	***322***	5202,00	5131	***486***	354,40	359
159	1115,00	1169	***323***	4013,00	4007	***487***	4151,00	4120
160	1330,00	1318	***324***	390,00	397	***488***	4122,00	4141
161	4092,00	4151	***325***	4123,30	4159	***489***	4147,00	4054
162	1550,00	1393	***326***	4066,00	3941	***490***	4449,00	4454
163	5655,00	5184	***327***	457,00	433	***491***	365,10	367
164	3962,70	3932	***328***	5565,00	5505			

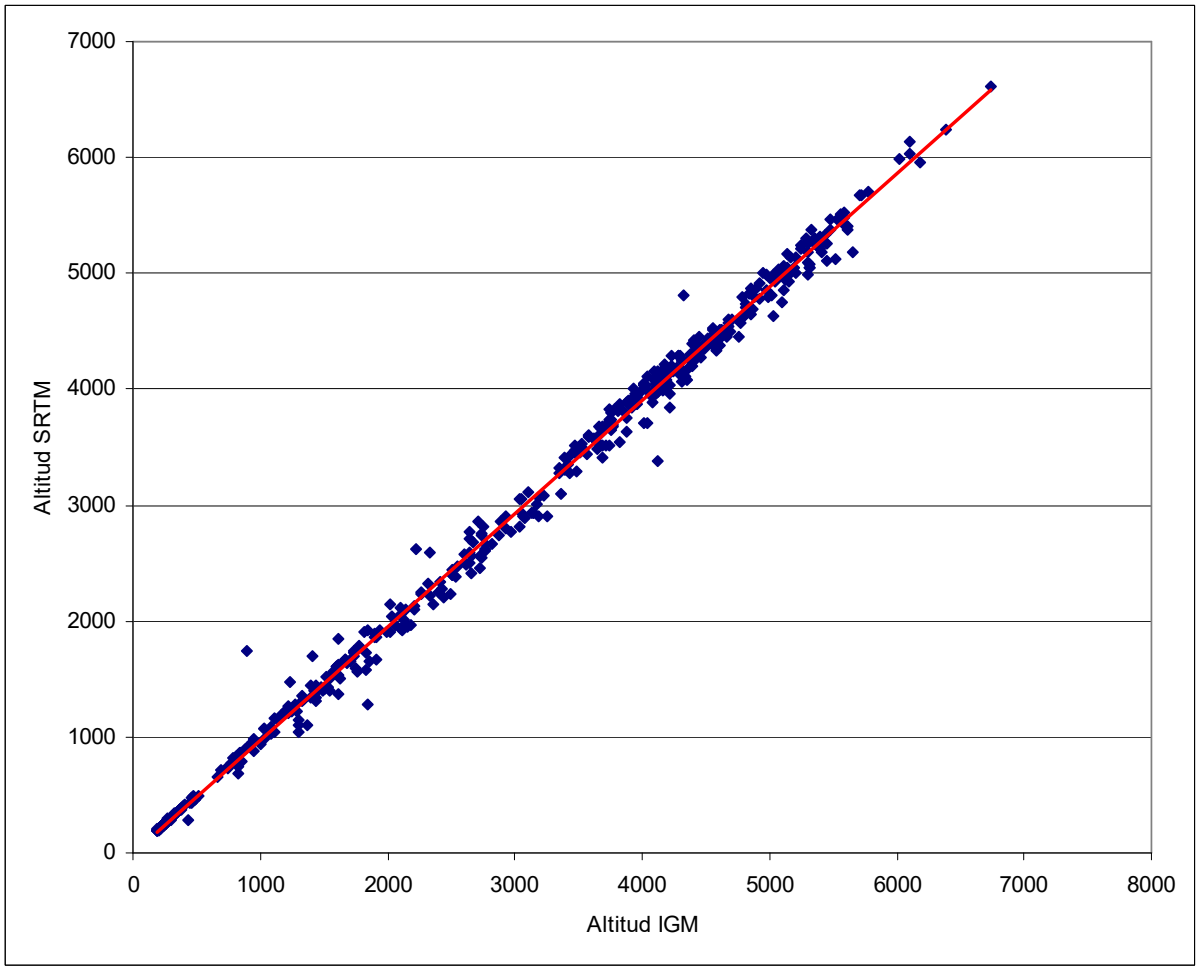
En el gráfico siguiente se presenta la variación de los puntos observados para el IGM y SRTM por muestra.



En el gráfico se observa que las muestran no presentan grandes dispersiones entre un valor observado por el IGM su correspondiente observado por el SRTM. En consecuencia, se procedió a calcular cual era la intensidad de la relación entre las dos variables a partir del coeficiente de correlación de Pearson (r).

El estadístico de correlación arrojó un valor de R^2 = 0,99 siendo este altamente significativo. En consecuencia se estimó la recta de regresión que mejor ajusta a la nube de puntos, que se presenta a continuación.

Gráfico de nubes de puntos donde X = altitud IGM e Y = altitud SRTM.



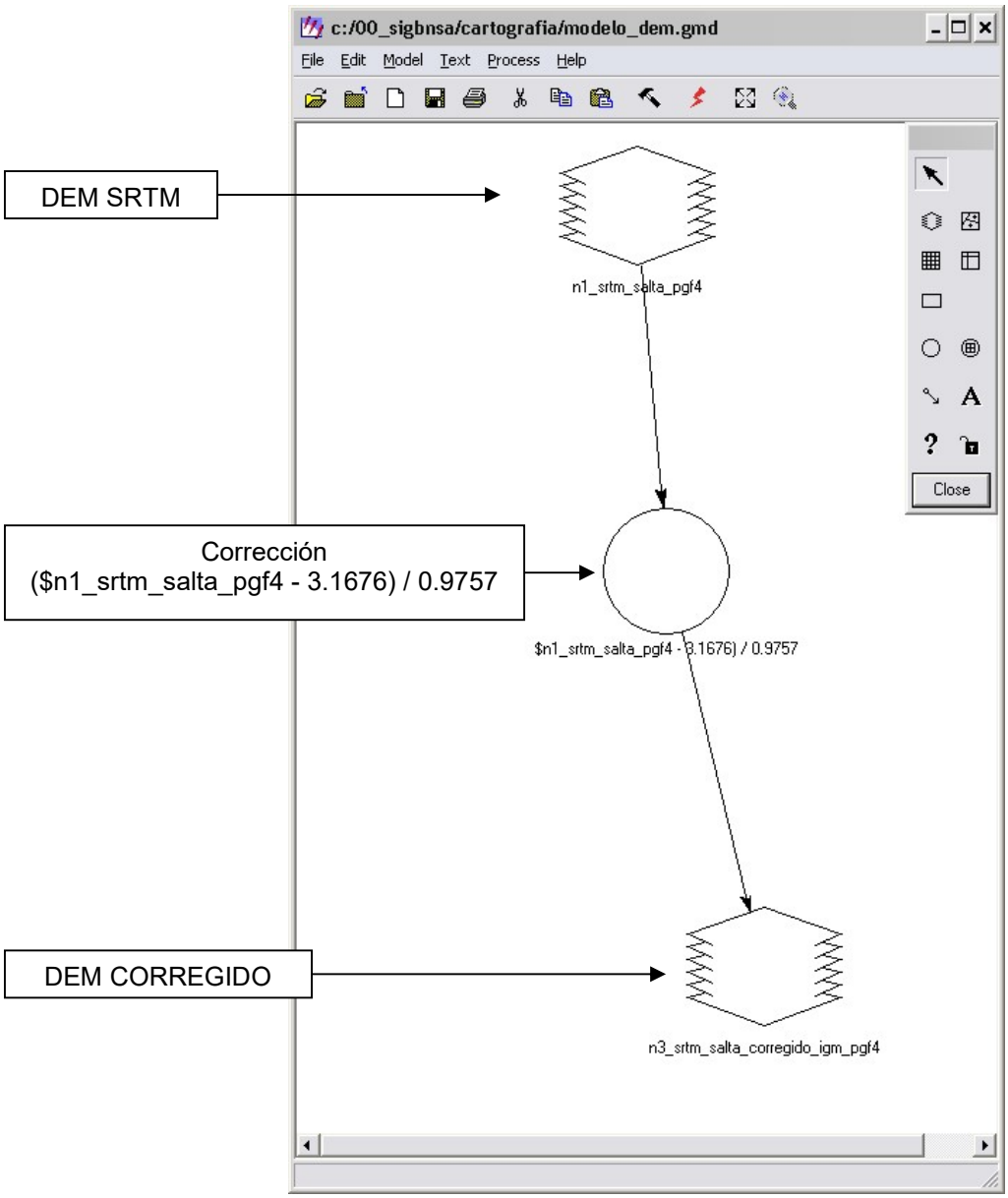
La función de la recta obtenida es:

SRTM = (0,9757*IGM)+3,1676

R^2 = 0,9959 para n = 491

A partir de la ecuación de la recta se programó en la función Model Maker de Erdas Imagine 8, la corrección de los valores del SRTM. El modelo generado es el que se presenta a continuación.

Gráfico del modelo empleado para la corrección de valores del SRTM.



El modelo generado permitió obtener el modelo digital de elevación del SRTM corregido en base a puntos acotados del IGM, el raster resultante mantiene el tamaño de píxel original (90m.) y la misma ubicación de cada pixel, mientras que se corrigió como se indicó solo la altura del mismo.

Generación del MDET, MDPT y curvas de nivel

Con el modelo digital corregido se generaron los Modelos de Elevación del Terreno (MDET), Modelo Digital de Pendientes del Terreno (MDPT) y curvas de nivel a una equidistancia de 50 m. y 100 m.

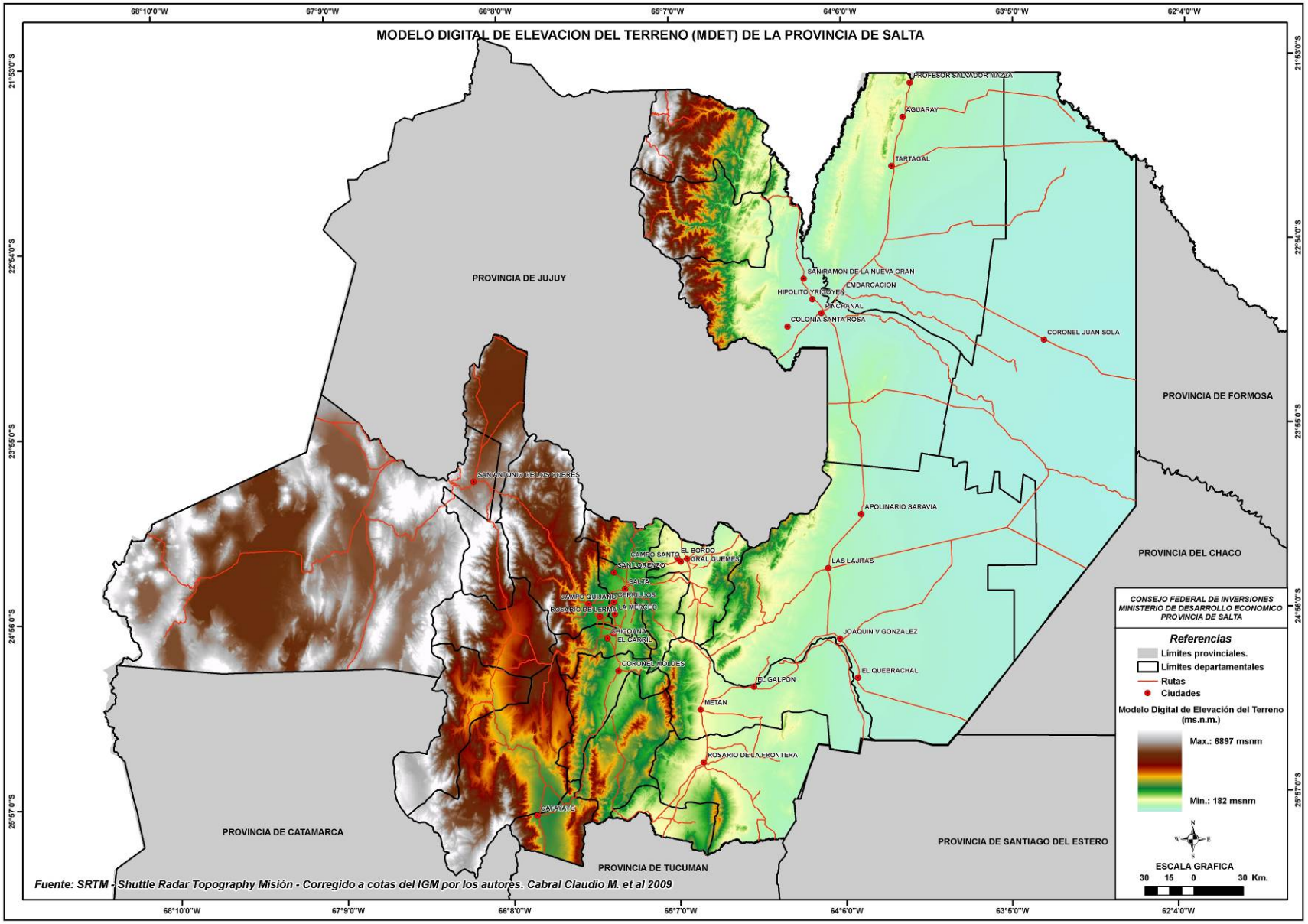
Para el MDET, se registró una variación altitudinal máxima de 6897 m.s.n.m. y mínima de 182 m.s.n.m.

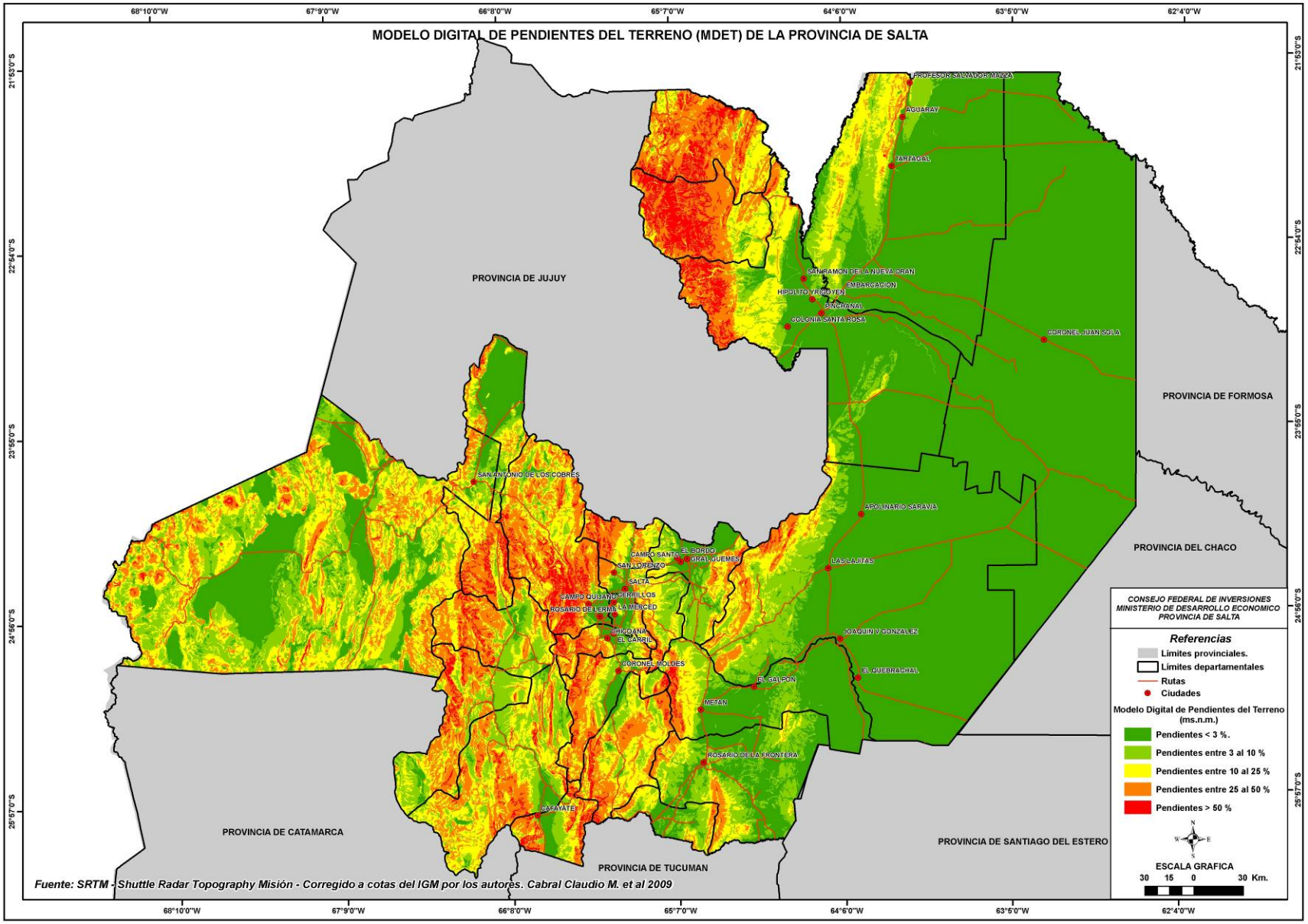
El MDPT fue editado con la siguiente leyenda final:

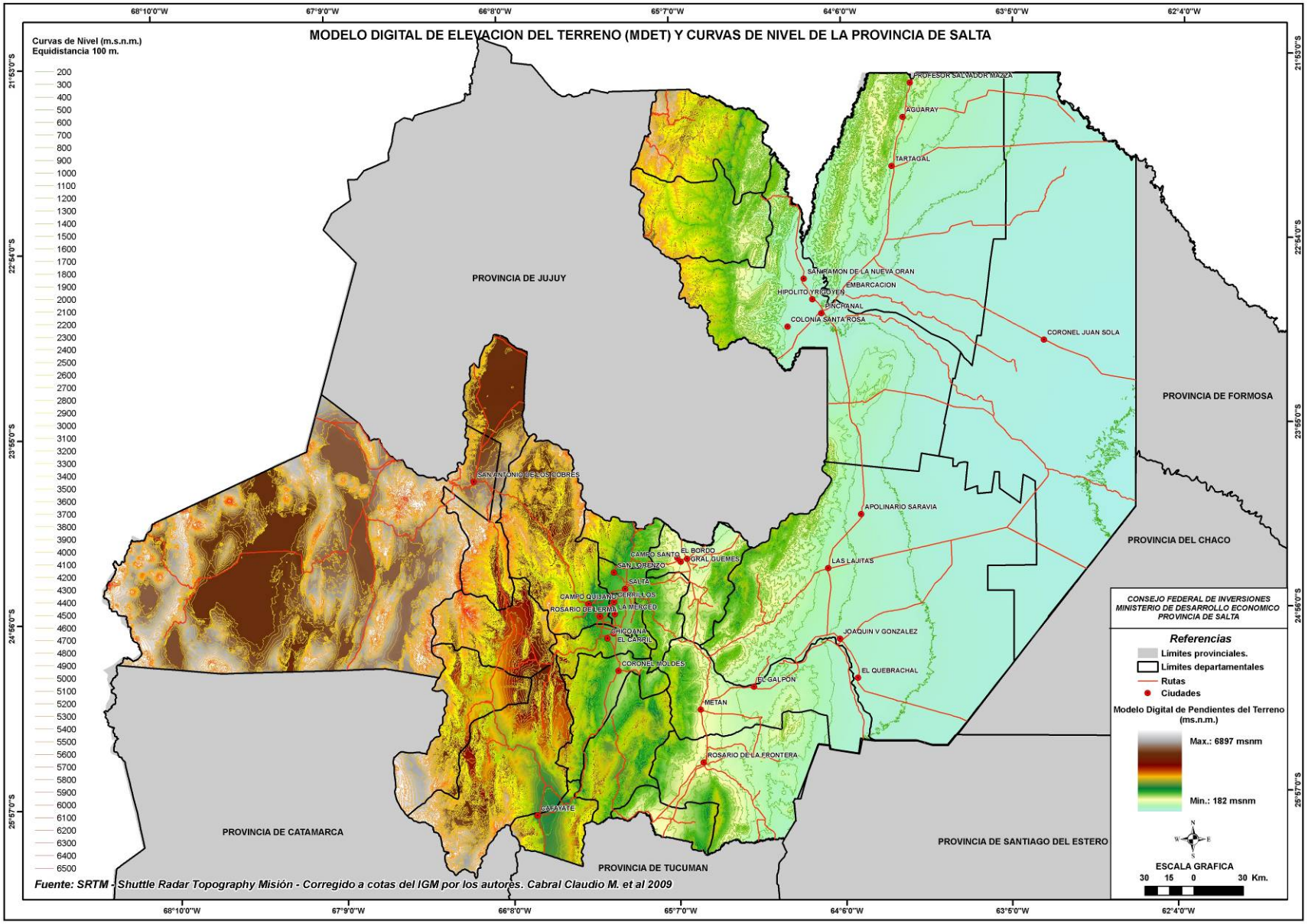
Pendiente baja: si $p < 3$.
Pendiente Moderada: si $3 \leq p < 10$.
Pendiente Media: si $10 \leq p < 25$.
Pendiente Alta: si $25 \leq p < 50$.
Pendiente Muy Alta: si $p > 50$.

En cuanto a las curvas de nivel se presenta el plano a titulo ilustrativo, dado que la densidad de curvas no permite mayor detalle para una presentación a escala provincial, no obstante como todos los archivos raster y vectorial, en el DVD de SIGBNSA, pueden ser consultados.

A continuación se presentan los planos resultantes (en el DVD del SIGBNSA se encuentran los archivos raster y vectorial correspondiente a cada modelo digital).


MODELO DIGITAL DE ELEVACION DEL TERRENO (MDET) DE LA PROVINCIA DE SALTA
68°10'0"W
67°9'0"W
66°8'0"W
65°7'0"W
64°6'0"W
63°5'0"W
62°4'0"W
21°53'0"S
22°54'0"S
23°55'0"S
24°56'0"S
25°57'0"S
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
PROVINCIA DEL CHACO
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE CATAMARCA
PROFESOR SALVADOR MAZZA
AGUARAY
TARTAGAL
SAN RAMON DE LA NUEVA ORAN
EMBARCACION
HIPOLITO YRIGOYEN
BINCHANAL
COLONIA SANTA ROSA
CORONEL JUAN SOLA
SAN ANTONIO DE LOS COBRES
APOLINARIO SARAVIA
CAMPO SANTO
EL BORDO
GRAL GUEMES
SAN LORENZO
SALTA
LAS LAJITAS
CAMPO QUIJANO
CERRILLOS
ROSARIO DE LERMA
LA MERCED
CHICOANA
EL CARRIL
JOAQUIN V GONZALEZ
CORONEL MOLDES
EL QUEBRACHAL
EL GALPON
METAN
ROSARIO DE LA FRONTERA
CAFAYATE
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Límites provinciales.
Límites departamentales
Rutas
Ciudades
Modelo Digital de Elevación del Terreno (ms.n.m.)
Max.: 6897 msnm
Min.: 182 msnm
N
W
E
S
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.
Fuente: SRTM - Shuttle Radar Topography Misión - Corregido a cotas del IGM por los autores. Cabral Claudio M. et al 2009


MODELO DIGITAL DE PENDIENTES DEL TERRENO (MDET) DE LA PROVINCIA DE SALTA
68°10'0"W
67°9'0"W
66°8'0"W
65°7'0"W
64°6'0"W
63°5'0"W
62°4'0"W
21°53'0"S
22°54'0"S
23°55'0"S
24°56'0"S
25°57'0"S
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
PROVINCIA DEL CHACO
PROVINCIA DE CATAMARCA
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
PROFESOR SALVADOR MAZZA
AGUARAY
TARTAGAL
SAN RAMON DE LA NUEVA ORAN
EMBARCACION
HIPOLITO YRIGOYEN
PINCHANAL
COLONIA SANTA ROSA
CORONEL JUAN SOLA
SAN ANTONIO DE LOS COBRES
APOLINARIO SARAVIA
CAMPO SANTO
EL BORDO
GRAL. GUEMES
SAN LORENZO
SALTA
LAS LAJITAS
CAMPO QUIJANO
PERILLOS
ROSARIO DE LERMA
LA MERCED
CHICOANA
EL CARRIL
JOAQUIN V. GONZALEZ
CORONEL MOLDES
EL QUEBRACHAL
EL SALVADOR
METAN
ROSARIO DE LA FRONTERA
CAFAYATE
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Limites provinciales.
Limites departamentales
Rutas
Ciudades
Modelo Digital de Pendientes del Terreno (ms.n.m.)
Pendientes < 3 %.
Pendientes entre 3 al 10 %
Pendientes entre 10 al 25 %
Pendientes entre 25 al 50 %
Pendientes > 50 %
N
W
E
S
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.
Fuente: SRTM - Shuttle Radar Topography Misión - Corregido a cotas del IGM por los autores. Cabral Claudio M. et al 2009


MODELO DIGITAL DE ELEVACION DEL TERRENO (MDET) Y CURVAS DE NIVEL DE LA PROVINCIA DE SALTA
Curvas de Nivel (m.s.n.m.)
Equidistancia 100 m.
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
PROVINCIA DEL CHACO
PROVINCIA DE CATAMARCA
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
PROFESOR SALVADOR MAZZA
AGUARAY
TARTAGAL
SAN RAMON DE LA NUEVA ORAN
EMBARCACION
HIPOLITO YRIGOYEN
BINCHANAL
COLONIA SANTA ROSA
CORONEL JUAN SOLA
SAN ANTONIO DE LOS COBRES
APOLINARIO SARAVIA
LAS LAJITAS
JOAQUIN V GONZALEZ
EL QUEBRACHAL
EL SALPON
METAN
ROSARIO DE LA FRONTERA
CAFAYATE
CORONEL MOLDES
CHICOANA
EL CARRIL
ROSARIO DE LERMA
CAMPO QUIJANO
CERRILLOS
LA MERCED
SALTA
SAN LORENZO
CAMPO SANTO
EL BORDO
GRAL GUEMES
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Límites provinciales.
Límites departamentales
Rutas
Ciudades
Modelo Digital de Pendientes del Terreno (ms.n.m.)
Max.: 6897 msnm
Min.: 182 msnm
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.
Fuente: SRTM - Shuttle Radar Topography Misión - Corregido a cotas del IGM por los autores. Cabral Claudio M. et al 2009

1.9 - Análisis multitemporal de cambio de uso del suelo para los años 1981, 1992 y 2008

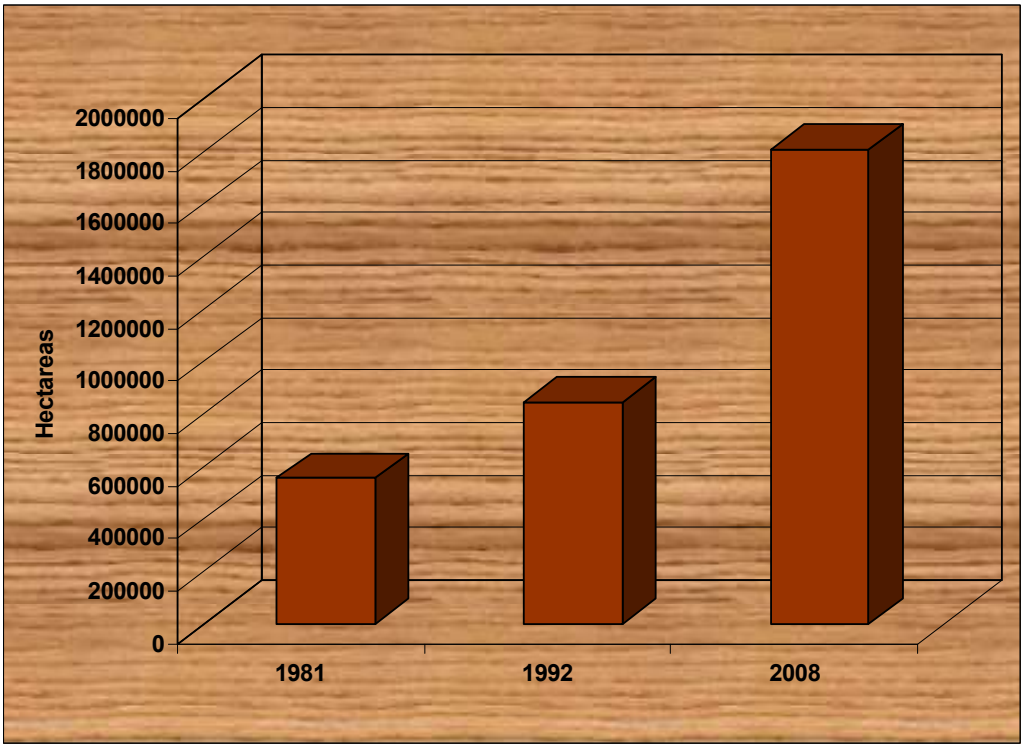
De acuerdo al procesamiento digital y cartografía digital se obtuvieron las siguientes estadísticas relacionadas con el avance de la frontera agropecuaria en el área de bosques nativos de la provincia de Salta para los años de estudio 1981, 1992 y 2008. Cabe aclarar que bajo el término de uso agropecuario se involucra todo cambio de uso del suelo con fines productivos por lo que involucra las actividades agrícolas, ganaderas, citrícolas, forestaciones, etc.

En las tablas siguientes puede observarse por departamento el avance de la frontera agropecuaria y el total para la Provincia de Salta, incrementándose de 557196 ha. para el año 1981 a 849012 ha. en 1992, mientras que la superficie desarrollada con fines agropecuarios para el año 2008 asciende a las 1808588 ha.

Considerando el incremento neto en hectáreas en el área de bosques de la provincia, el avance de la frontera agropecuaria ha sido de 291816 ha. para un período de 11 años (1981 a 1992) y de 959576 ha. durante los últimos 16 años (1992 a 2008).

En el gráfico siguiente se presenta la superficie desarrollada con fines agropecuarios en el área de bosque nativo de la Provincia de Salta durante los últimos 27 años.

Superficie destinada a fines agropecuarios para los años 1981, 1992 y 2008 en el área de bosque nativo de la Provincia de Salta.



Para un análisis mas profundo se presenta a continuación los datos registrados de superficie desarrollada con fines agropecuarios por departamento en el área de bosque de la provincia según el año de análisis.

Superficie desarrollada con fines agropecuarios por departamento hasta el año 1981.

Departamento	**Superficie (Ha.) al año 1981**
Anta	116611
Candelaria	20591
Capital	8754
Cerrillos	25290
Chicoana	16103
Gral. José de San Martín	54619
Gral. Martín Miguel de Güemes	30468
Guachipas	2782
Iruya	271
La Caldera	1575
La Viña	8590
Metan	79583
Oran	71448
Rivadavia	1600
Rosario de Lerma	23374
Rosario de la Frontera	94425
Santa Victoria	1113
Total	**557196 ha.**

Superficie desarrollada con fines agropecuarios por departamento hasta el año 1992.

Departamento	**Superficie (Ha.) al Año 1992**
Anta	257940
Candelaria	19500
Capital	10263
Cerrillos	23908
Chicoana	14720
Gral. José de San Martín	126362
Gral. Martín Miguel de Güemes	43987
Guachipas	3651
Iruya	666
La Caldera	1958
La Viña	9269
Metan	87114
Oran	113203
Rivadavia	2589
Rosario de Lerma	18040
Rosario de la Frontera	114729
Santa Victoria	1113
Total	**849012 ha.**

Superficie desarrollada con fines agropecuarios por departamento hasta el año 2008.

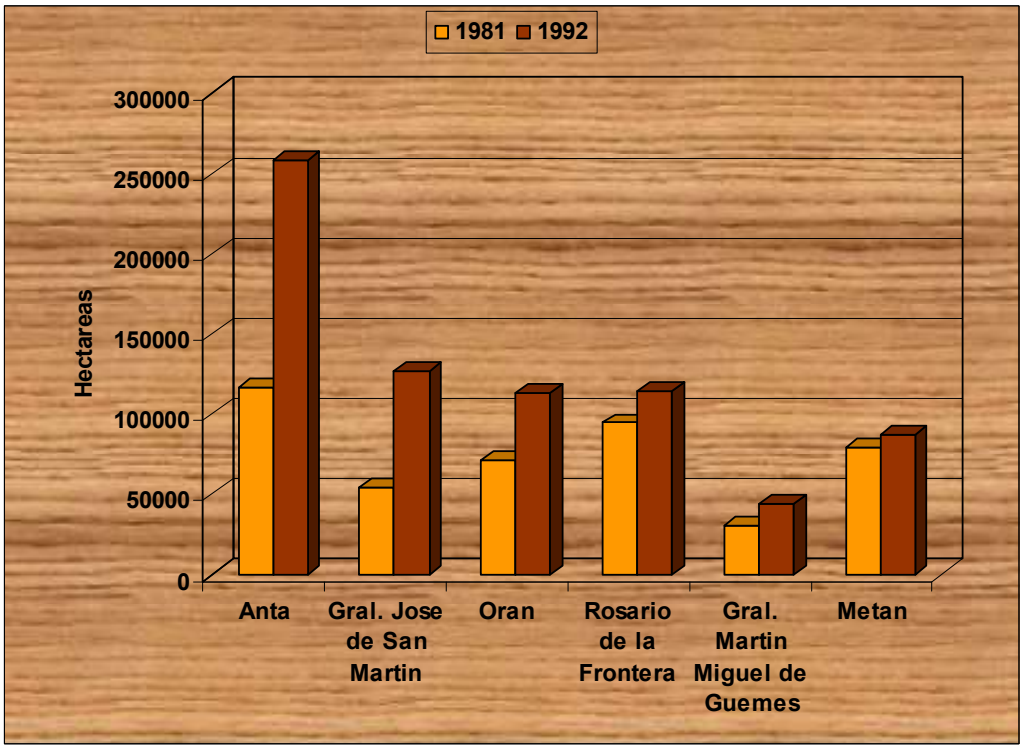
Departamento	**Superficie (Ha.) al Año 2008**
Anta	718435
Candelaria	26955
Capital	17012
Cerrillos	25290
Chicoana	17144
Gral. José de San Martín	329615
Gral. Martín Miguel de Güemes	51042
Guachipas	4575
Iruya	554
La Caldera	2315
La Viña	10010
Metan	140274
Oran	197959
Rivadavia	89239
Rosario de Lerma	23533
Rosario de la Frontera	153785
Santa Victoria	850
Total	**1808588 ha.**

Si se analizan los datos por departamento entre el período 1981 a 1992, puede observarse que los mayores incrementos en superficie incorporada con fines agropecuarios se dio en los departamentos de Anta, San Martín, Orán, Rosario de la Frontera, Güemes y Metán. En la tabla siguiente se presentan las magnitudes en hectáreas para cada departamento.

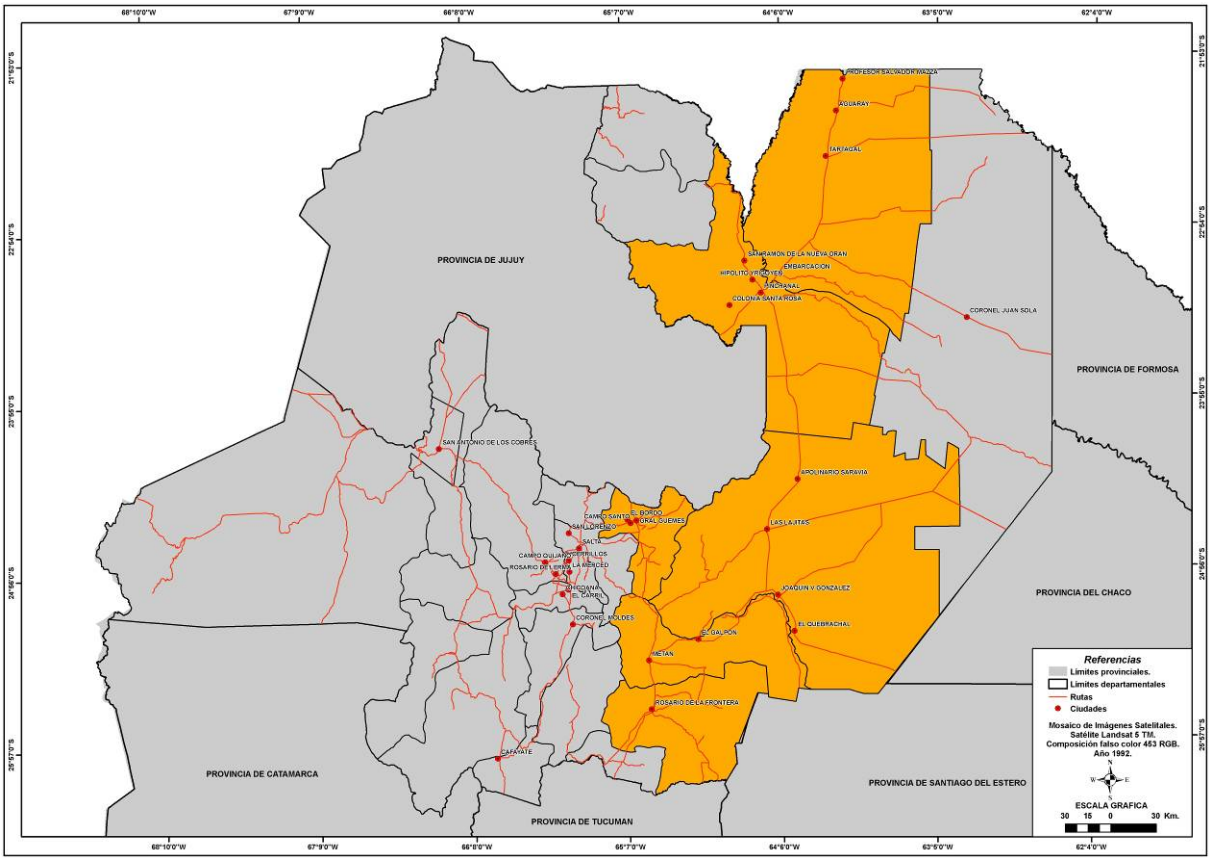
Departamentos con mayor superficie desarrollada con fines agropecuarios e incremento en hectáreas entre los años 1981 y 1992.

Departamento	**Año 1981 Hectáreas**	**Año 1992 Hectáreas**	**Incremento Hectáreas**
Anta	116611	257940	141329
Gral. José de San Martín	54619	126362	71743
Oran	71448	113203	41756
Rosario de la Frontera	94425	114729	20304
Gral. Martín Miguel de Güemes	30468	43987	13519
Metan	79583	87114	7532

Departamentos de mayor superficie desarrollada con fines agropecuarios entre los años 1981 y 1992.



Plano de departamentos con mayor superficie desarrollada con fines agropecuarios entre los años 1981 y 1992.



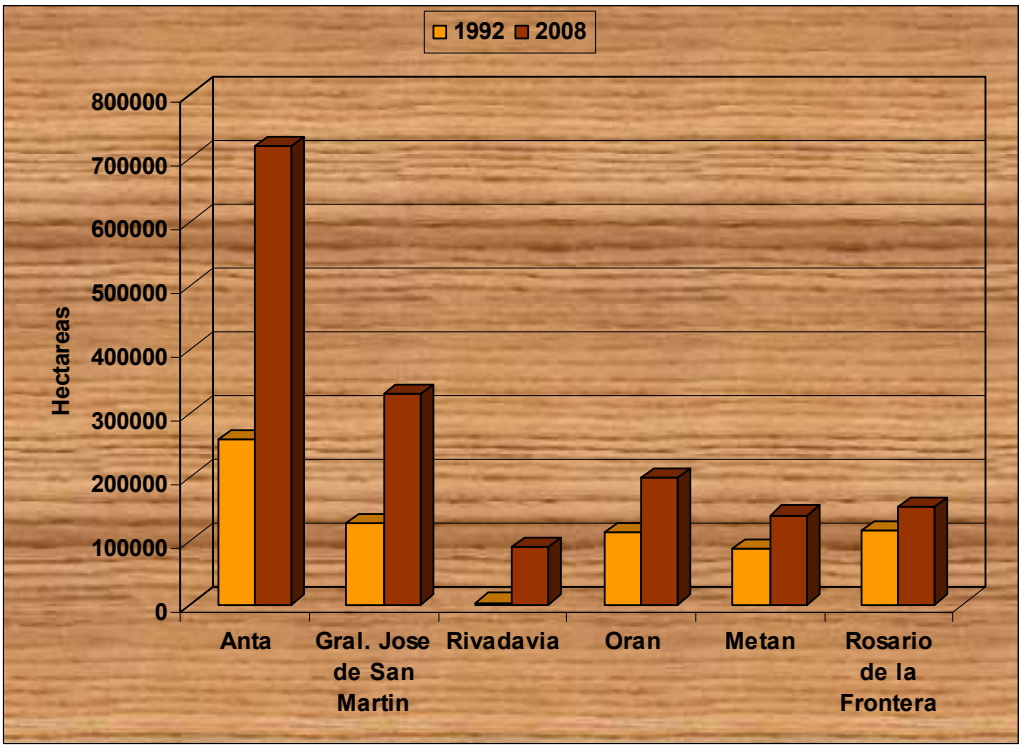
El mismo análisis efectuado entre el período 1992 a 2008 indica que la concentración de superficie habilitada con fines agropecuarios se ha destacado en los departamentos de Anta, San Martín, Rivadavia, Orán, Metán y Rosario de la Frontera. Se observa que ya no se destaca la superficie en desarrollo del departamento Gral. Güemes y es reemplazado por el departamento Rivadavia.

En la tabla siguiente se presentan las magnitudes en hectáreas para cada departamento.

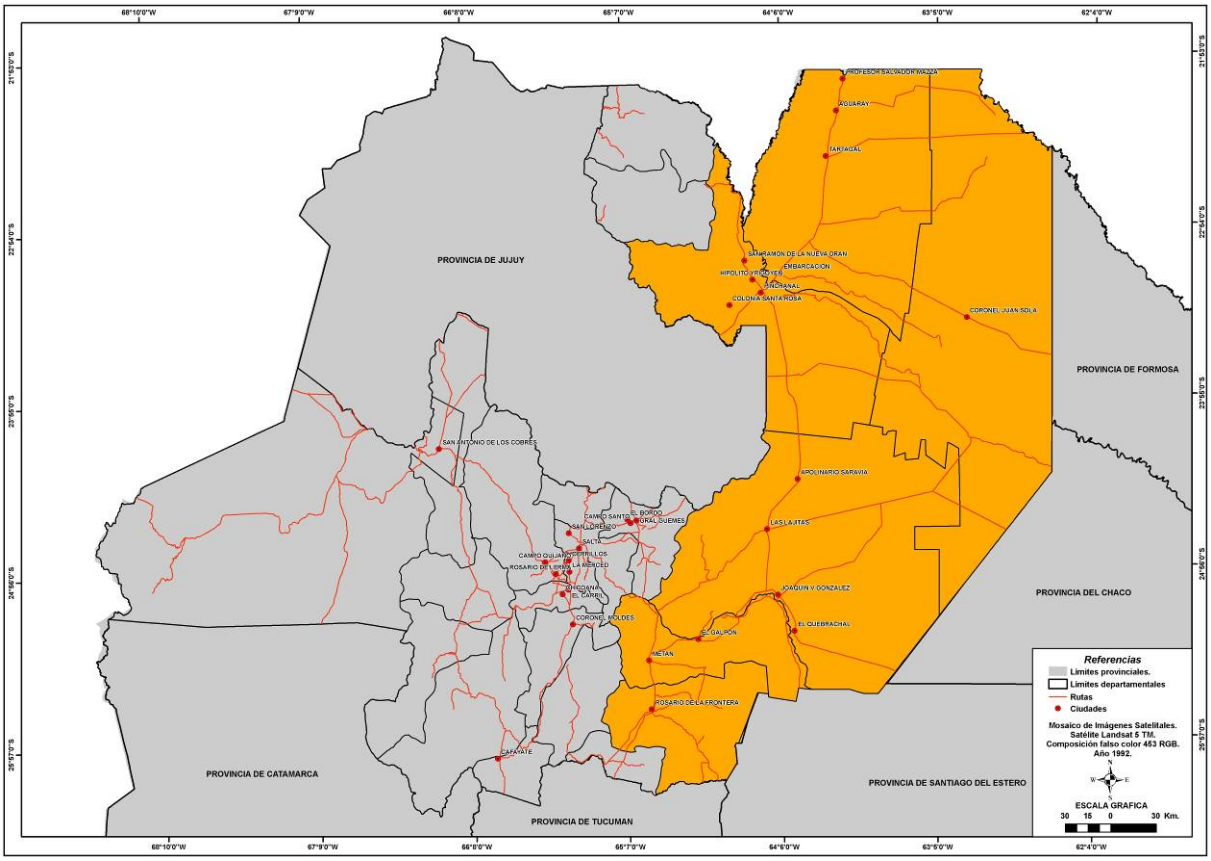
Superficie desarrollada con fines agropecuarios por departamento e incremento en hectáreas entre los años 1992 y 2008.

Departamento	Año 1992 Hectáreas	Año 2008 Hectáreas	Incremento Hectáreas
Anta	257940	718435	460494
Gral. Jose de San Martin	126362	329615	203253
Rivadavia	2589	89239	86650
Oran	113203	197959	84755
Metan	87114	140274	53160
Rosario de la Frontera	114729	153785	39056

Departamentos de mayor superficie desarrollada con fines agropecuarios entre los años 1992 y 2008.



Plano de departamentos con mayor superficie desarrollada con fines agropecuarios entre los años 1992 y 2008.

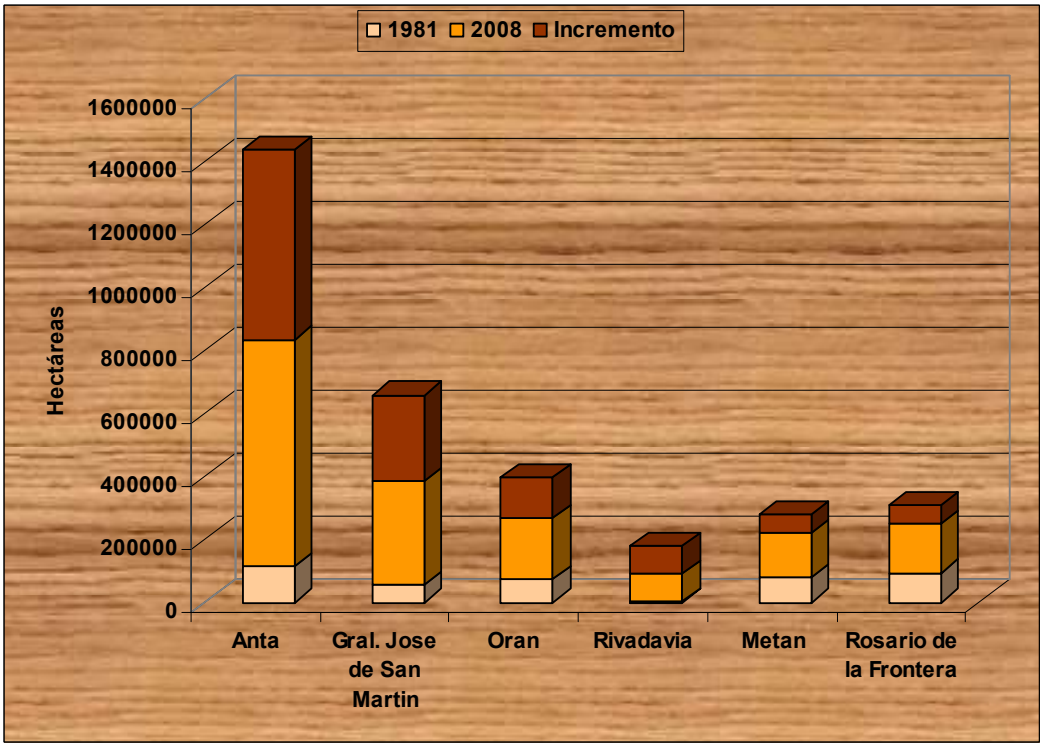


En este contexto, los departamentos que han mostrado el máximo incremento en el intervalo temporal de 1981 a 2008, es decir en los últimos 27 años, han sido Anta, San Martín, Orán, Rivadavia, Metán y Rosario de la Frontera.

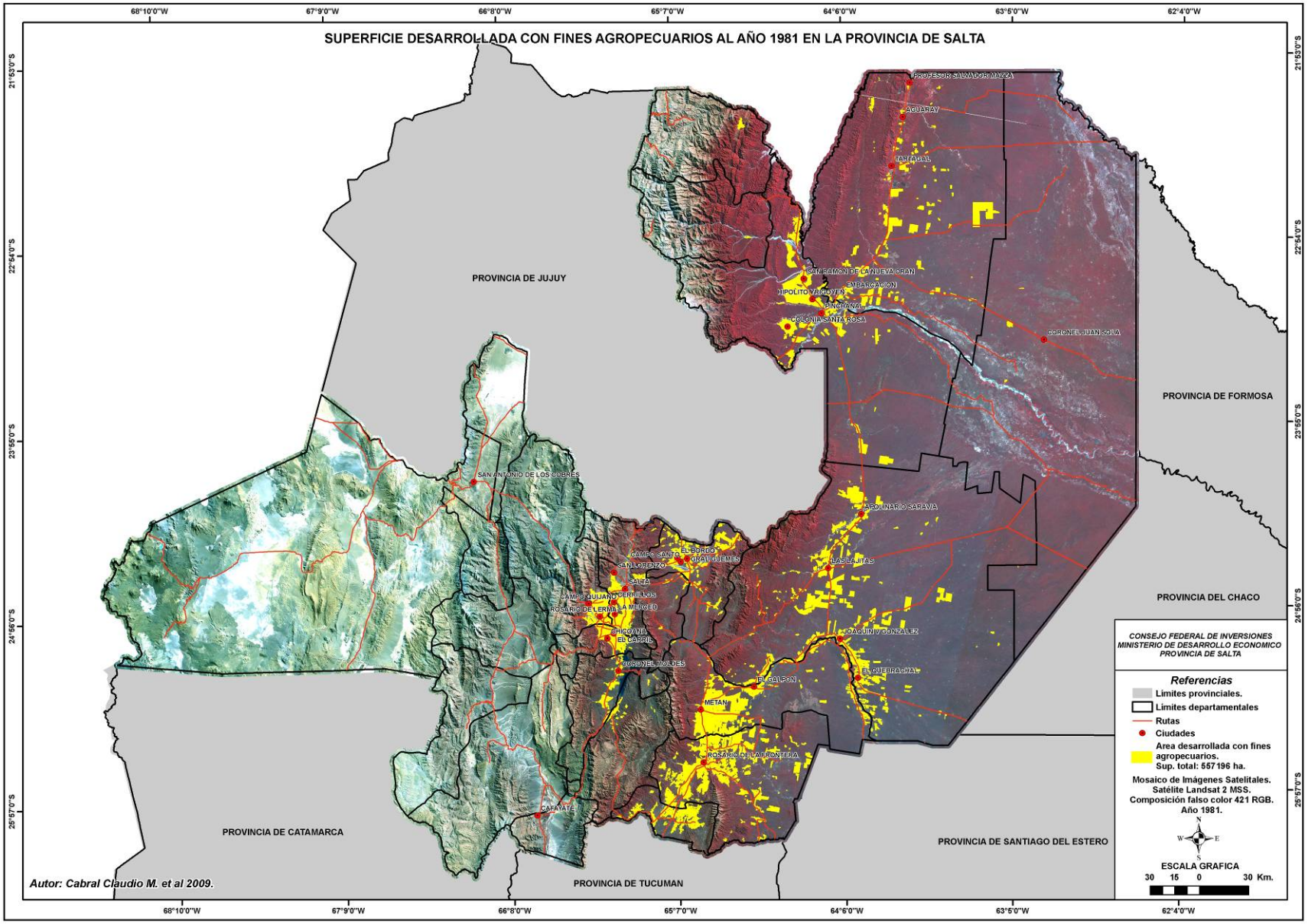
Departamentos con mayor superficie desarrollada para fines agropecuarios e incremento neto en hectáreas en los últimos 27años en la Provincia de Salta.

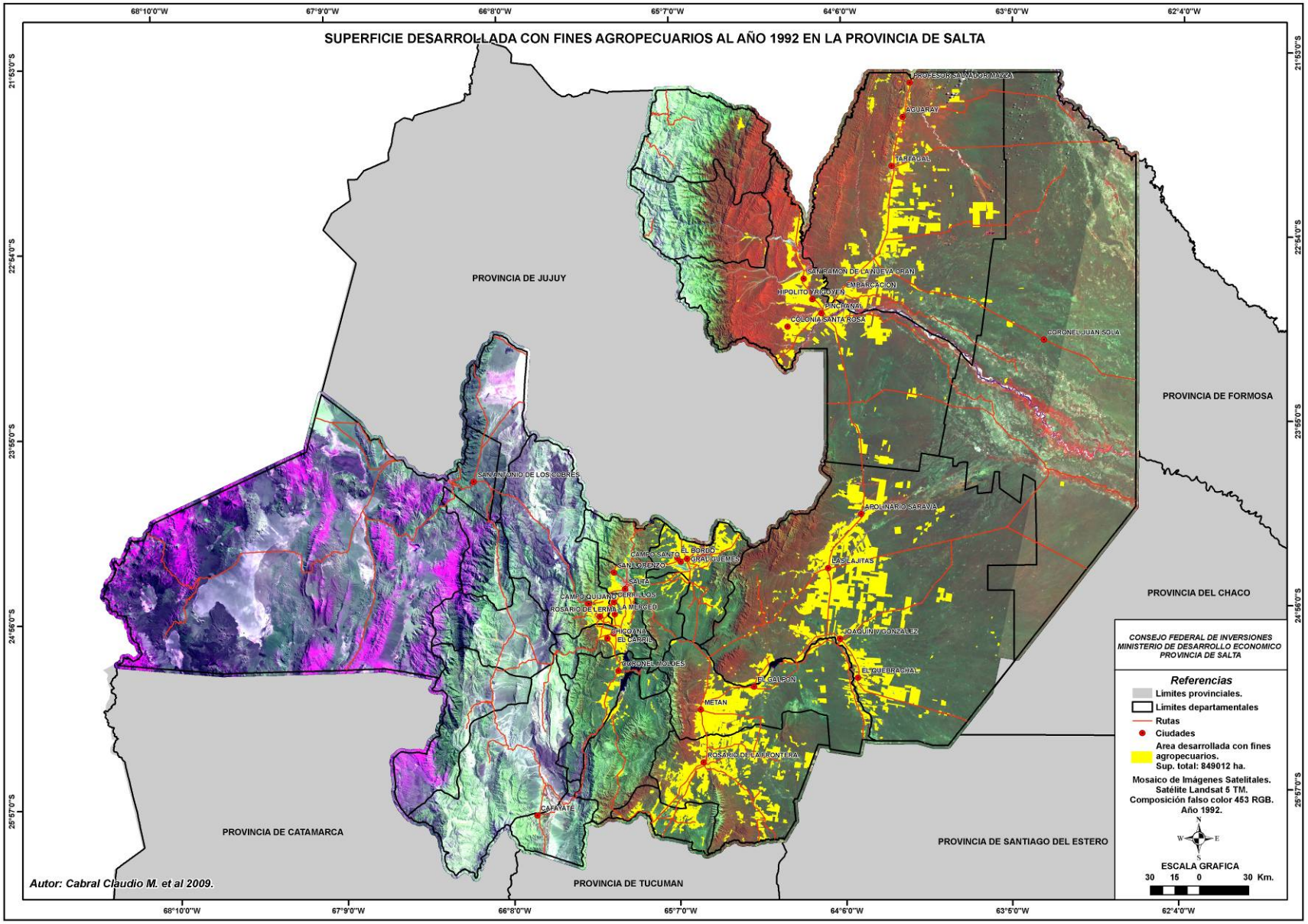
Departamento	**Año 1981 Hectáreas**	**Año 2008 Hectáreas**	**Incremento Hectáreas**
Anta	116611	718435	601823
Gral. José de San Martín	54619	329615	274996
Oran	71448	197959	126511
Rivadavia	1600	89239	87639
Metan	79583	140274	60691
Rosario de la Frontera	94425	153785	59360

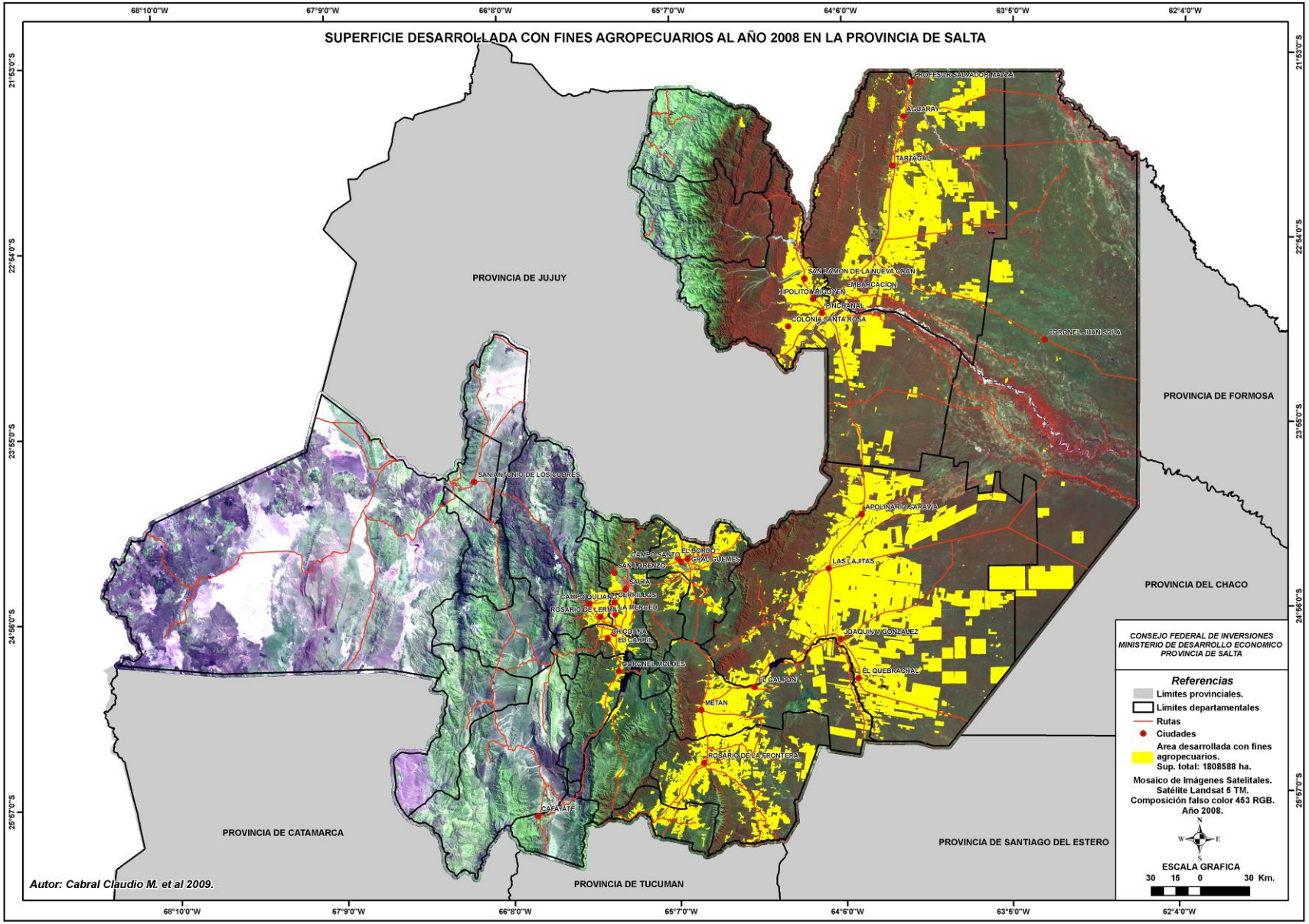
Superficie desarrollada en hectáreas e incremento total para los departamentos con mayor desarrollo agropecuario para el intervalo temporal 1981 - 2008.



A continuación se presentan los mosaicos de imágenes satelitales y los vectores correspondientes a los lotes de uso agropecuario en color amarillo, para cada año de análisis que muestra el avance de la superficie desarrollada con fines agropecuarios en el área de bosque nativo de la Provincia de Salta.


SUPERFICIE DESARROLLADA CON FINES AGROPECUARIOS AL AÑO 1981 EN LA PROVINCIA DE SALTA
68°10'0"W
67°9'0"W
66°8'0"W
65°7'0"W
64°6'0"W
63°5'0"W
62°4'0"W
21°53'0"S
22°54'0"S
23°55'0"S
24°56'0"S
25°57'0"S
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
PROVINCIA DEL CHACO
PROVINCIA DE CATAMARCA
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
PROFESOR SALVADOR MAZZA
AGUARAY
TARTAGAL
SAN RAMON DE LA NUEVA ORAN
EMBARCACION
HIPOLITO YRIGOYEN
GENERAL
COLONIA SANTA ROSA
CORONEL JUAN SOLA
APOLINARIO SARAVIA
LAS LAJITAS
JOAQUIN V. GONZALEZ
EL QUEBRACHAL
EL BORDO
GRAL GUEMES
SAN LORENZO
SALTA
CAMPO QUIJANO
PERILLOS
ROSARIO DE LERMA
LA MERCED
CHICOANA
EL CARRIL
CORONEL MOLDES
EL GALPON
METAN
ROSARIO DE LA FRONTERA
CAFAYATE
SAN ANTONIO DE LOS COBRES
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Limites provinciales.
Limites departamentales
Rutas
Ciudades
Area desarrollada con fines agropecuarios.
Sup. total: 557196 ha.
Mosaico de Imágenes Satelitales.
Satélite Landsat 2 MSS.
Composición falso color 421 RGB.
Año 1981.
N
W
E
S
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.
Autor: Cabral Claudio M. et al 2009.


SUPERFICIE DESARROLLADA CON FINES AGROPECUARIOS AL AÑO 1992 EN LA PROVINCIA DE SALTA
68°10'0"W
67°9'0"W
66°8'0"W
65°7'0"W
64°6'0"W
63°5'0"W
62°4'0"W
21°53'0"S
22°54'0"S
23°55'0"S
24°56'0"S
25°57'0"S
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
PROVINCIA DEL CHACO
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE CATAMARCA
PROFESOR SALVADOR MAZZA
AGUARAY
TARTAGAL
SAN RAMON DE LA NUEVA ORAN
EMBARCACION
HIPOLITO YRIGOYEN
PICHANAL
COLONIA SANTA ROSA
CORONEL JUAN SOLA
SAN ANTONIO DE LOS COBRES
APOLINARIO SARAVIA
LAS LAJITAS
CAMPO SANTO
EL BORDO
GRAL GUEMES
SAN LORENZO
SALTA
CAMPO QUIJANO
CERRILLOS
ROSARIO DE LERMA
LA MERCED
CHICOANA
EL CARRIL
JOAQUIN V GONZALEZ
CORONEL MOLDES
EL QUEBRACHAL
EL GALPON
METAN
ROSARIO DE LA FRONTERA
CAFAYATE
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Límites provinciales.
Límites departamentales
Rutas
Ciudades
Area desarrollada con fines agropecuarios.
Sup. total: 849012 ha.
Mosaico de Imágenes Satelitales.
Satélite Landsat 5 TM.
Composición falso color 453 RGB.
Año 1992.
N
W
E
S
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.
Autor: Cabral Claudio M. et al 2009.

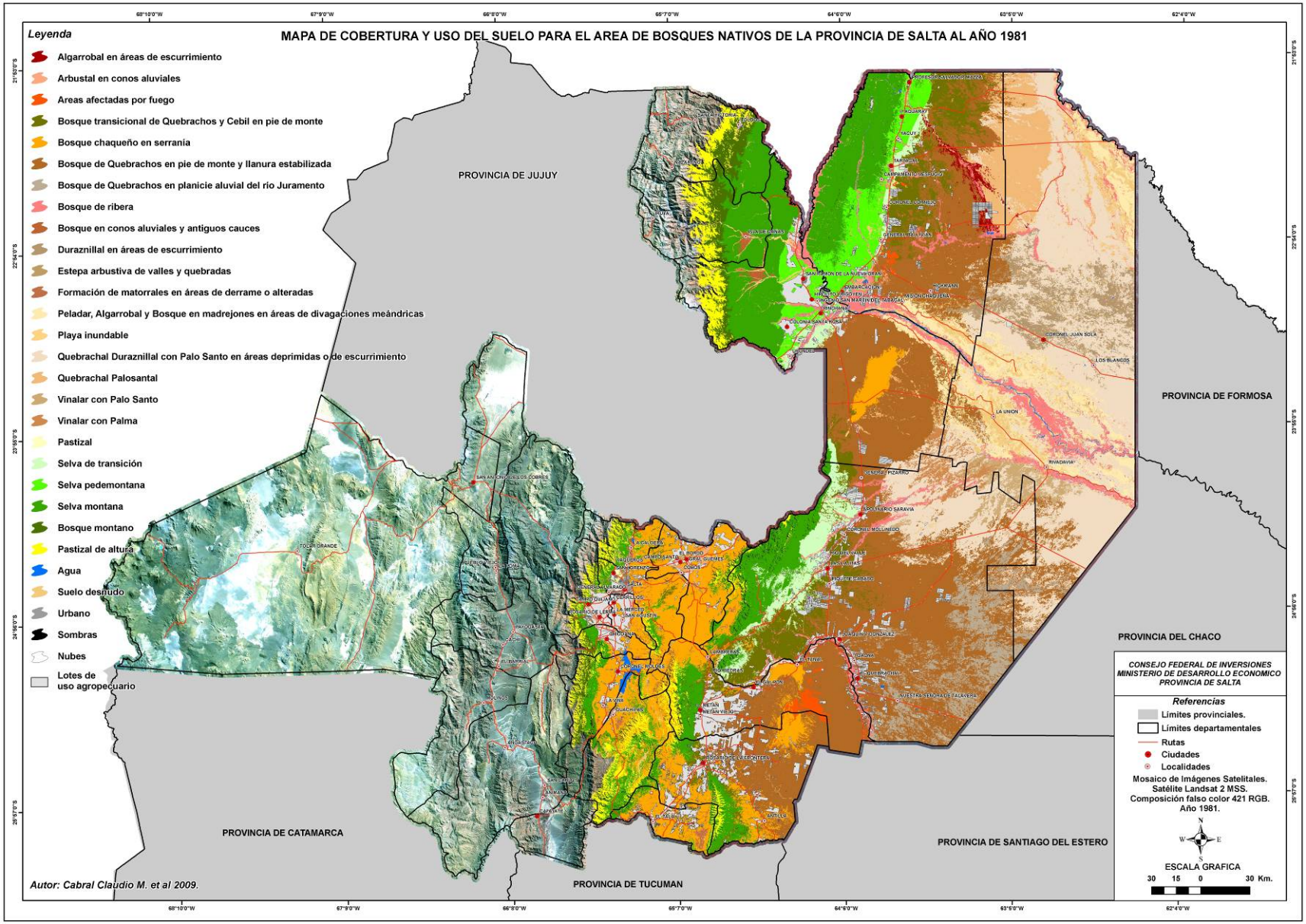

SUPERFICIE DESARROLLADA CON FINES AGROPECUARIOS AL AÑO 2008 EN LA PROVINCIA DE SALTA
68°10'0"W
67°9'0"W
66°8'0"W
65°7'0"W
64°6'0"W
63°5'0"W
62°4'0"W
21°53'0"S
22°54'0"S
23°55'0"S
24°56'0"S
25°57'0"S
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
PROVINCIA DEL CHACO
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE CATAMARCA
PROFESOR SALVADOR MAZZA
AGUARAY
TARTAGAL
SAN RAMON DE LA NUEVA ORAN
EMBARCACION
HIPOLITO YRIGOYEN
PINCHENAL
COLONIA SANTA ROSA
CORONEL JUAN SOLA
SAN ANTONIO DE LOS COBRES
APOLINARIO SARAVIA
LAS LAJITAS
CAMPO SANTO
EL CARMEN
GRAL GUEMES
SAN LORENZO
SALTA
CAMPO QUIJANO
CERRILLOS
ROSARIO DE LERMA
LA MERCED
CHICOANA
EL CARRIL
CORONEL MOLDES
JOAQUIN V GONZALEZ
EL QUEBRACHAL
EL GALPON
METAN
ROSARIO DE LA FRONTERA
CAFAYATE
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Limites provinciales.
Limites departamentales
Rutas
Ciudades
Area desarrollada con fines agropecuarios.
Sup. total: 1808588 ha.
Mosaico de Imágenes Satelitales.
Satélite Landsat 5 TM.
Composición falso color 453 RGB.
Año 2008.
N
W
E
S
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.
Autor: Cabral Claudio M. et al 2009.

Hasta ahora, si bien se ha identificado y analizado el avance de la frontera agropecuaria entre el período 1981 a 2008, la generación del Mapa Cobertura y Uso para los años 1981, 1992 y 2008 permite un análisis mas profundo en lo que respecta a pautas y estrategias de manejo y conservación de bosques, como así también la definición de estrategias de desarrollo agropecuario, ya que la vinculación de variables como superficie desarrollada con las unidades de vegetación por año, permite identificar las unidades de vegetación de mayor cambio de uso del suelo.

En este contexto, se presenta a continuación las superficies de unidades de vegetación y de uso del suelo para el Año 1981.

Unidades de Vegetación, Uso y otros elementos del paisaje	**Superficie por hectárea Año 1981**
Algarrobal en áreas de escurrimiento	32965,47
Arbustal en conos aluviales	19342,44
Áreas afectadas por fuego	36278,91
Bosque chaqueño en serranía	857436,84
Bosque de Quebrachos en pie de monte y llanura estabilizada	2403053,19
Bosque de Quebrachos en planicie aluvial del río Juramento	268343,37
Bosque de ribera	375516,18
Bosque en conos aluviales y antiguos cauces	13201,70
Bosque montano	185803,52
Bosque transicional de Quebrachos y Cebiles en pie de monte	454902,03
Duraznillal en área de escurrimiento	219504,87
Formación de matorrales en áreas de derrame o alteradas	45053,01
Pastizal	2075,36
Pastizal de altura	304030,89
Peladar, Algarrobal y Bosque en madrejones en áreas de divagaciones meándricas	382354,97
Quebrachal Duraznillal con Palo Santo en áreas deprimidas o de escurrimiento	1550620,76
Quebrachal Palosantal	284653,17
Selva de transición	206612,01
Selva montana	1162350,72
Selva pedemontana	257456,88
Vinalar con Palma	67604,85
Vinalar con Palo Santo	91597,41
Estepa arbustiva de valles y quebradas	3947,36
Cortinas forestales	15277,09
Otros elementos del paisaje (agua, playa inundable, suelo desnudo, urbano, etc.)	491775,02
Lotes agropecuarios	557196,00
Total área de estudio	**10288954 ha.**

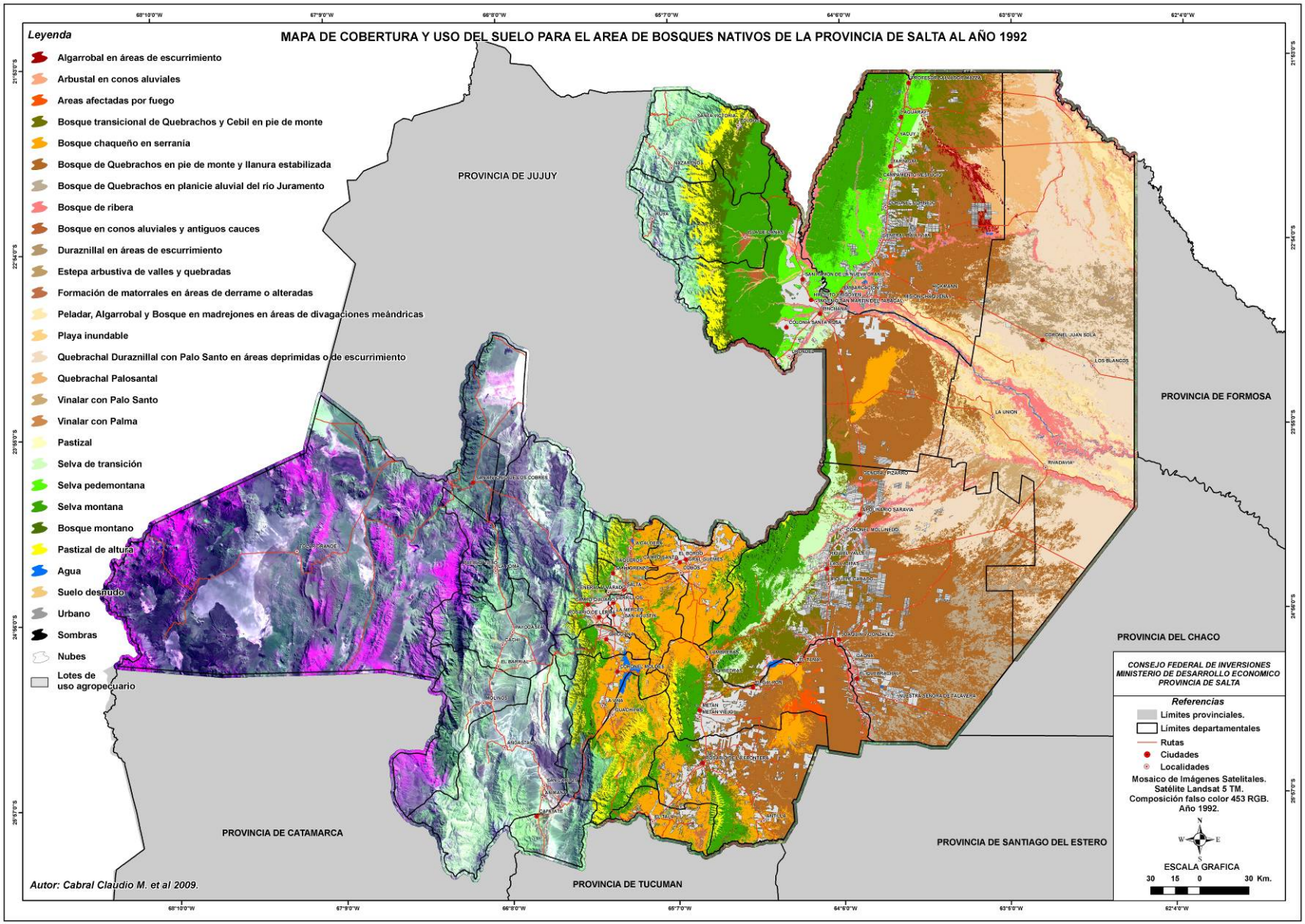
A continuación se presenta el Mapa de Cobertura y Uso del Suelo para el Área de Bosques Nativos de la Provincia de Salta al Año 1981.


MAPA DE COBERTURA Y USO DEL SUELO PARA EL AREA DE BOSQUES NATIVOS DE LA PROVINCIA DE SALTA AL AÑO 1981
Leyenda
Algarrobal en áreas de escurrimiento
Arbustal en conos aluviales
Areas afectadas por fuego
Bosque transicional de Quebrachos y Cebil en pie de monte
Bosque chaqueño en serranía
Bosque de Quebrachos en pie de monte y llanura estabilizada
Bosque de Quebrachos en planicie aluvial del río Juramento
Bosque de ribera
Bosque en conos aluviales y antiguos cauces
Duraznillal en áreas de escurrimiento
Estepa arbustiva de valles y quebradas
Formación de matorrales en áreas de derrame o alteradas
Peladar, Algarrobal y Bosque en madrejones en áreas de divagaciones meándricas
Playa inundable
Quebrachal Duraznillal con Palo Santo en áreas deprimidas o de escurrimiento
Quebrachal Palosantal
Vinalar con Palo Santo
Vinalar con Palma
Pastizal
Selva de transición
Selva pedemontana
Selva montana
Bosque montano
Pastizal de altura
Agua
Suelo desnudo
Urbano
Sombras
Nubes
Lotes de uso agropecuario
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
PROVINCIA DEL CHACO
PROVINCIA DE CATAMARCA
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Límites provinciales.
Límites departamentales
Rutas
Ciudades
Localidades
Mosaico de Imágenes Satelitales.
Satélite Landsat 2 MSS.
Composición falso color 421 RGB.
Año 1981.
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.
Autor: Cabral Claudio M. et al 2009.

Del mismo modo se presenta a continuación las superficies de unidades de vegetación y de uso del suelo para el Año 1992.

Unidades de Vegetación, Uso y otros elementos del paisaje	**Superficie por hectárea Año 1992**
Algarrobal en áreas de escurrimiento	32916,25
Arbustal en conos aluviales	18194,71
Areas afectadas por fuego	33427,50
Bosque chaqueño en serranía	825855,78
Bosque de Quebrachos en pie de monte y llanura estabilizada	2248933,18
Bosque de Quebrachos en planicie aluvial del río Juramento	259416,88
Bosque de ribera	366139,47
Bosque en conos aluviales y antiguos cauces	12887,42
Bosque montano	185788,42
Bosque transicional de Quebrachos y Cebiles en pie de monte	396050,50
Duraznillal en área de escurrimiento	218016,41
Formación de matorrales en áreas de derrame o alteradas	43492,33
Pastizal	1859,78
Pastizal de altura	303211,99
Peladar, Algarrobal y Bosque en madrejones en áreas de divagaciones meándricas	382245,98
Quebrachal Duraznillal con Palo Santo en áreas deprimidas o de escurrimiento	1545068,57
Quebrachal Palosantal	284306,33
Selva de transición	185387,43
Selva montana	1161112,63
Selva pedemontana	234345,36
Vinalar con Palma	67577,49
Vinalar con Palo Santo	90809,14
Estepa arbustiva de valles y quebradas	3947,36
Cortinas forestales	54977,72
Otros elementos del paisaje (agua, playa inundable, suelo desnudo, urbano, etc.)	483973,35
Lotes agropecuarios	849012,00
Total área de estudio	**10288954 ha.**

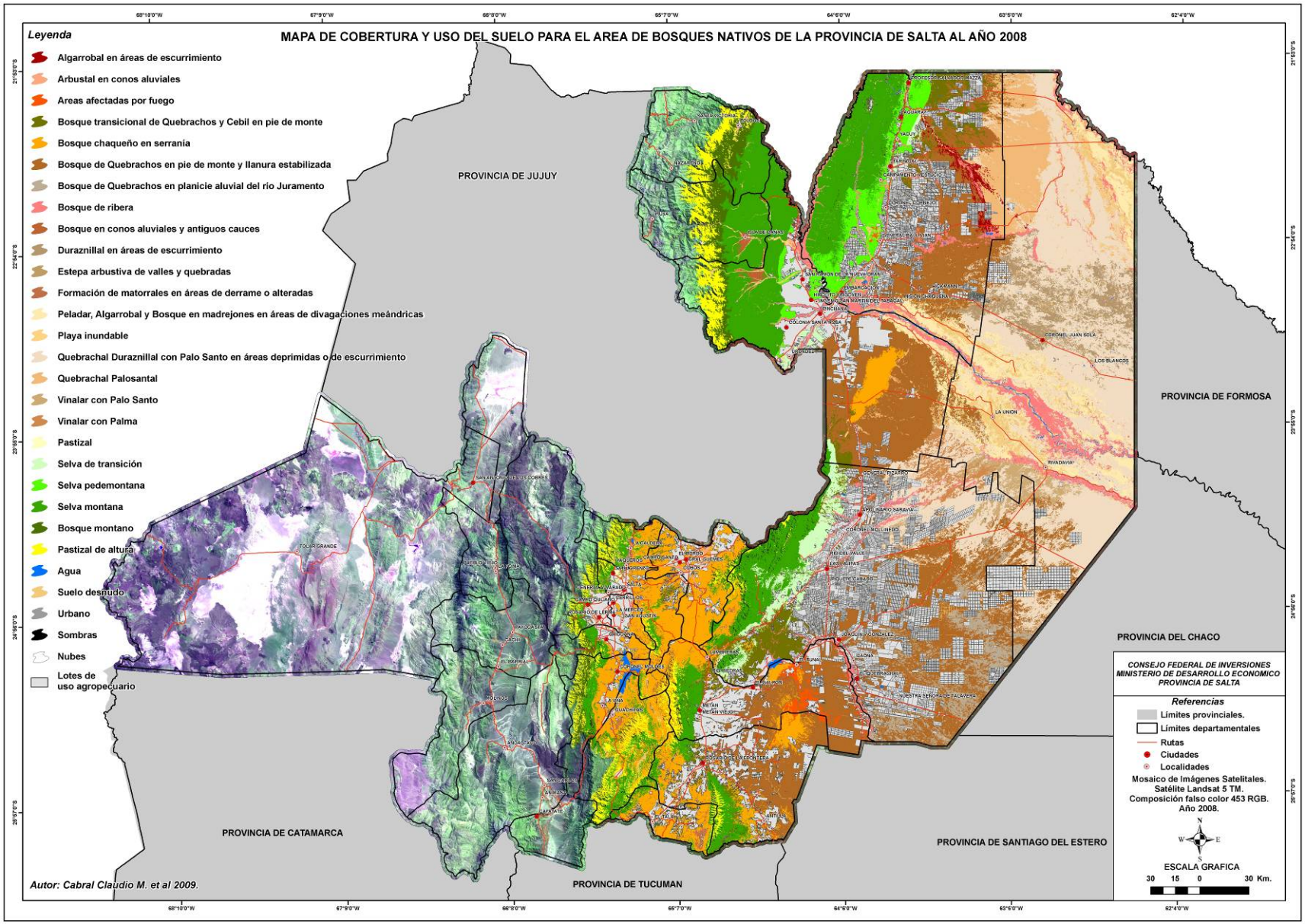
A continuación se presenta el Mapa de Cobertura y Uso del Suelo para el Área de Bosques Nativos de la Provincia de Salta al Año 1992.


MAPA DE COBERTURA Y USO DEL SUELO PARA EL AREA DE BOSQUES NATIVOS DE LA PROVINCIA DE SALTA AL AÑO 1992
Leyenda
Algarrobal en áreas de escurrimiento
Arbustal en conos aluviales
Areas afectadas por fuego
Bosque transicional de Quebrachos y Cebil en pie de monte
Bosque chaqueño en serranía
Bosque de Quebrachos en pie de monte y llanura estabilizada
Bosque de Quebrachos en planicie aluvial del río Juramento
Bosque de ribera
Bosque en conos aluviales y antiguos cauces
Duraznillal en áreas de escurrimiento
Estepa arbustiva de valles y quebradas
Formación de matorrales en áreas de derrame o alteradas
Peladar, Algarrobal y Bosque en madrejones en áreas de divagaciones meándricas
Playa inundable
Quebrachal Duraznillal con Palo Santo en áreas deprimidas o de escurrimiento
Quebrachal Palosantal
Vinalar con Palo Santo
Vinalar con Palma
Pastizal
Selva de transición
Selva pedemontana
Selva montana
Bosque montano
Pastizal de altura
Agua
Suelo desnudo
Urbano
Sombras
Nubes
Lotes de uso agropecuario
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
PROVINCIA DEL CHACO
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE CATAMARCA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Límites provinciales.
Límites departamentales
Rutas
Ciudades
Localidades
Mosaico de Imágenes Satelitales.
Satélite Landsat 5 TM.
Composición falso color 453 RGB.
Año 1992.
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.
Autor: Cabral Claudio M. et al 2009.

Finalmente, se presenta las superficies de unidades de vegetación y de uso del suelo para el Año 2008.

Unidades de Vegetación, Uso y otros elementos del paisaje	Superficie por hectárea Año 2008
Algarrobal en áreas de escurrimiento	32254,79
Arbustal en conos aluviales	16761,92
Areas afectadas por fuego	36406,13
Bosque chaqueño en serranía	765719,82
Bosque de Quebrachos en pie de monte y llanura estabilizada	1631799,68
Bosque de Quebrachos en planicie aluvial del río Juramento	171244,53
Bosque de ribera	350959,14
Bosque en conos aluviales y antiguos cauces	12590,24
Bosque montano	185713,70
Bosque transicional de Quebrachos y Cebiles en pie de monte	225125,33
Duraznillal en área de escurrimiento	213643,13
Formación de matorrales en áreas de derrame o alteradas	40240,44
Pastizal	2063,12
Pastizal de altura	302224,68
Peladar, Algarrobal y Bosque en madrejones en áreas de divagaciones meándricas	383823,81
Quebrachal Duraznillal con Palo Santo en áreas deprimidas o de escurrimiento	1465330,37
Quebrachal Palosantal	282576,56
Selva de transición	138770,15
Selva montana	1157195,07
Selva pedemontana	181800,09
Vinalar con Palma	67586,72
Vinalar con Palo Santo	84470,00
Estepa arbustiva de valles y quebradas	3947,36
Cortinas forestales	242164,48
Otros elementos del paisaje (agua, playa inundable, suelo desnudo, urbano, etc.)	485954,81
Lotes agropecuarios	1808588,00
Total área de estudio	**10288954 ha.**

A continuación se presenta el Mapa de Cobertura y Uso del Suelo para el Área de Bosques Nativos de la Provincia de Salta al Año 2008.


MAPA DE COBERTURA Y USO DEL SUELO PARA EL AREA DE BOSQUES NATIVOS DE LA PROVINCIA DE SALTA AL AÑO 2008
Leyenda
Algarrobal en áreas de escurrimiento
Arbustal en conos aluviales
Areas afectadas por fuego
Bosque transicional de Quebrachos y Cebil en pie de monte
Bosque chaqueño en serranía
Bosque de Quebrachos en pie de monte y llanura estabilizada
Bosque de Quebrachos en planicie aluvial del río Juramento
Bosque de ribera
Bosque en conos aluviales y antiguos cauces
Duraznillal en áreas de escurrimiento
Estepa arbustiva de valles y quebradas
Formación de matorrales en áreas de derrame o alteradas
Peladar, Algarrobal y Bosque en madrejones en áreas de divagaciones meándricas
Playa inundable
Quebrachal Duraznillal con Palo Santo en áreas deprimidas o de escurrimiento
Quebrachal Palosantal
Vinalar con Palo Santo
Vinalar con Palma
Pastizal
Selva de transición
Selva pedemontana
Selva montana
Bosque montano
Pastizal de altura
Agua
Suelo desnudo
Urbano
Sombras
Nubes
Lotes de uso agropecuario
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
PROVINCIA DEL CHACO
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE CATAMARCA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Límites provinciales.
Límites departamentales
Rutas
Ciudades
Localidades
Mosaico de Imágenes Satelitales.
Satélite Landsat 5 TM.
Composición falso color 453 RGB.
Año 2008.
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.
Autor: Cabral Claudio M. et al 2009.

Como se indicara oportunamente en la metodología la vinculación de variables ha permitido identificar las superficies de cambio de uso del suelo de bosque nativo a fines agropecuario.

En la tabla de la página siguiente se presenta la superficie perdida por unidad de vegetación entre el período 1981 a 1992, entre 1992 a 2008 y la superficie total perdida por unidad de vegetación para el espacio temporal de estudio entre los años 1981 a 2008.

Se observa que las unidades de vegetación con mayor superficie destinada a fines agropecuarios, en orden decreciente de pérdidas por hectárea, para el periodo 1981 a 2008 son:

1. Bosque de Quebrachos en pie de monte y llanura estabilizada: -771253,52 ha.
2. Bosque transicional de Quebrachos y Cebiles en pie de monte: -229776,71 ha.
3. Bosque de Quebrachos en planicie aluvial del río Juramento: -97098,84 ha.
4. Bosque chaqueño en serranía: -91717,02 ha.
5. Quebrachal Duraznillal con Palo Santo en áreas deprimidas o de escurrimiento:-85290,39 ha.
6. Selva pedemontana: -75656,79 ha.
7. Selva de transición: -67841,87 ha.
8. Bosque de ribera: -24557,04 ha.
9. Vinalar con Palo Santo: -7127,42 ha.
10. Duraznillal en área de escurrimiento: -5861,75 ha.

Asimismo se destacan valores registrados como el incremento de la superficie afectada por fuego y la correspondiente con la unidad de vegetación Peladar, Algarrobal y Bosque en madrejones en áreas de divagaciones meándricas, de la cual se infiere que pudiera deberse al incremento de peladares asociados a ganadería extensiva sin manejo que se efectúa en los puestos ganaderos del chaco salteño.

Unidades de vegetación	Superficie/Unidad de Vegetación perdida 1981-1992	Superficie/Unidad de Vegetación perdida 1992-2008	Superficie Total/Unidad de Vegetación perdida entre 1981-2008
Bosque de Quebrachos en pie de monte y llanura estabilizada	-154120,01	-617133,51	-771253,52
Bosque transicional de Quebrachos y Cebiles en pie de monte	-58851,53	-170925,18	-229776,71
Bosque de Quebrachos en planicie aluvial del río Juramento	-8926,49	-88172,35	-97098,84
Bosque chaqueño en serranía	-31581,06	-60135,96	-91717,02
Quebrachal Duraznillal con Palo Santo en áreas deprimidas o de escurrimiento	-5552,19	-79738,20	-85290,39
Selva pedemontana	-23111,52	-52545,27	-75656,79
Selva de transición	-21224,58	-46617,28	-67841,87
Bosque de ribera	-9376,71	-15180,33	-24557,04
Vinalar con Palo Santo	-788,27	-6339,14	-7127,42
Duraznillal en área de escurrimiento	-1488,46	-4373,28	-5861,75
Selva montana	-1238,09	-3917,56	-5155,65
Formación de matorrales en áreas de derrame o alteradas	-1560,68	-3251,89	-4812,57
Arbustal en conos aluviales	-1147,73	-1432,80	-2580,53
Quebrachal Palosantal	-346,84	-1729,77	-2076,61
Pastizal de altura	-818,90	-987,31	-1806,21
Algarrobal en áreas de escurrimiento	-49,22	-661,47	-710,69
Bosque en conos aluviales y antiguos cauces	-314,27	-297,19	-611,46
Bosque montano	-15,09	-74,73	-89,82
Vinalar con Palma	-27,36	9,23	-18,14
Pastizal	-215,57	203,33	-12,24
Estepa arbustiva de valles y quebradas	0,00	0,00	0,00
Áreas afectadas por fuego	-2851,41	2978,62	127,21
Peladar, Algarrobal y Bosque en madrejones en áreas de divagaciones meándricas	-108,98	1577,83	1468,84

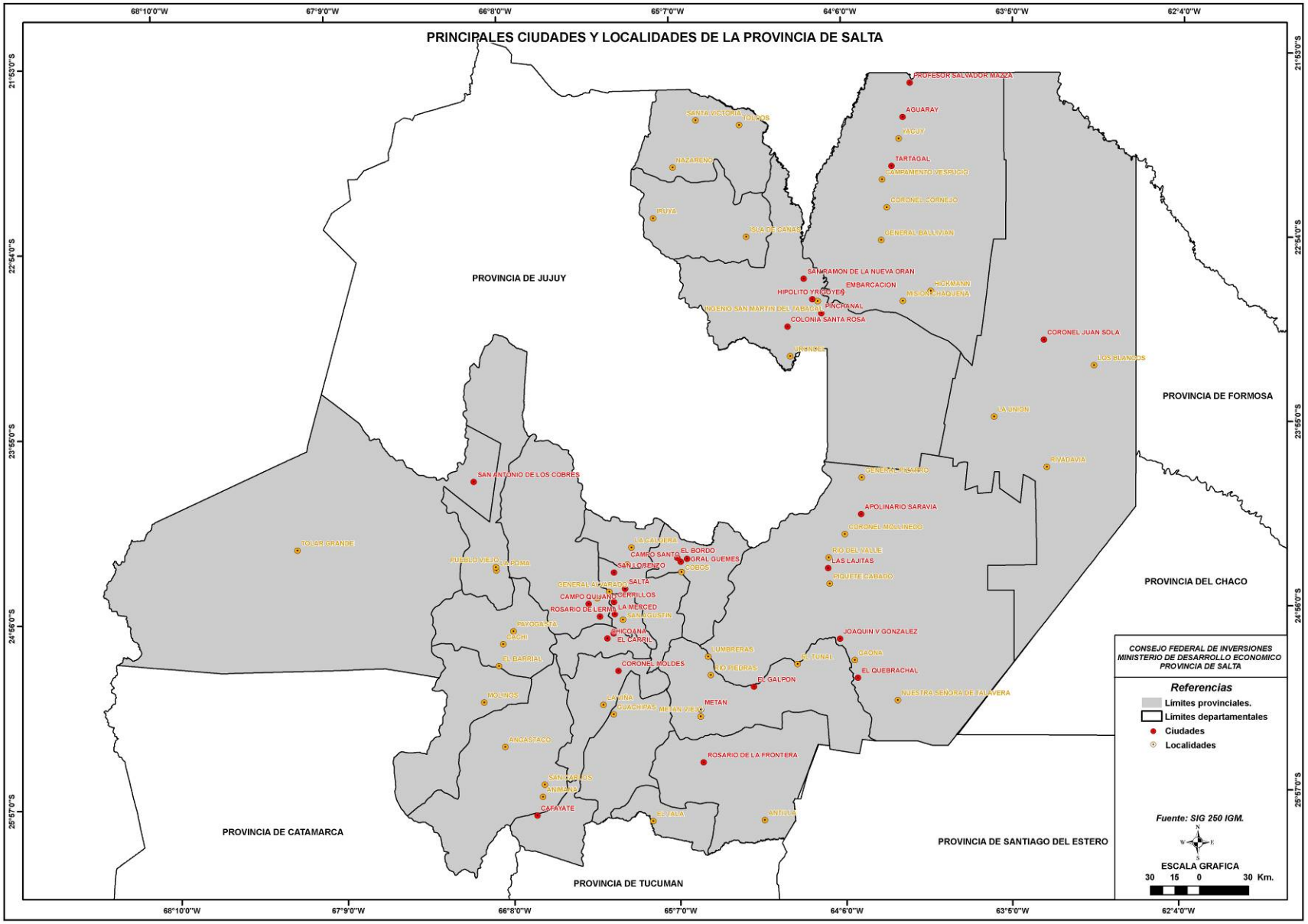
1.10 - Corrección de capas temáticas e integración en la plataforma SIG

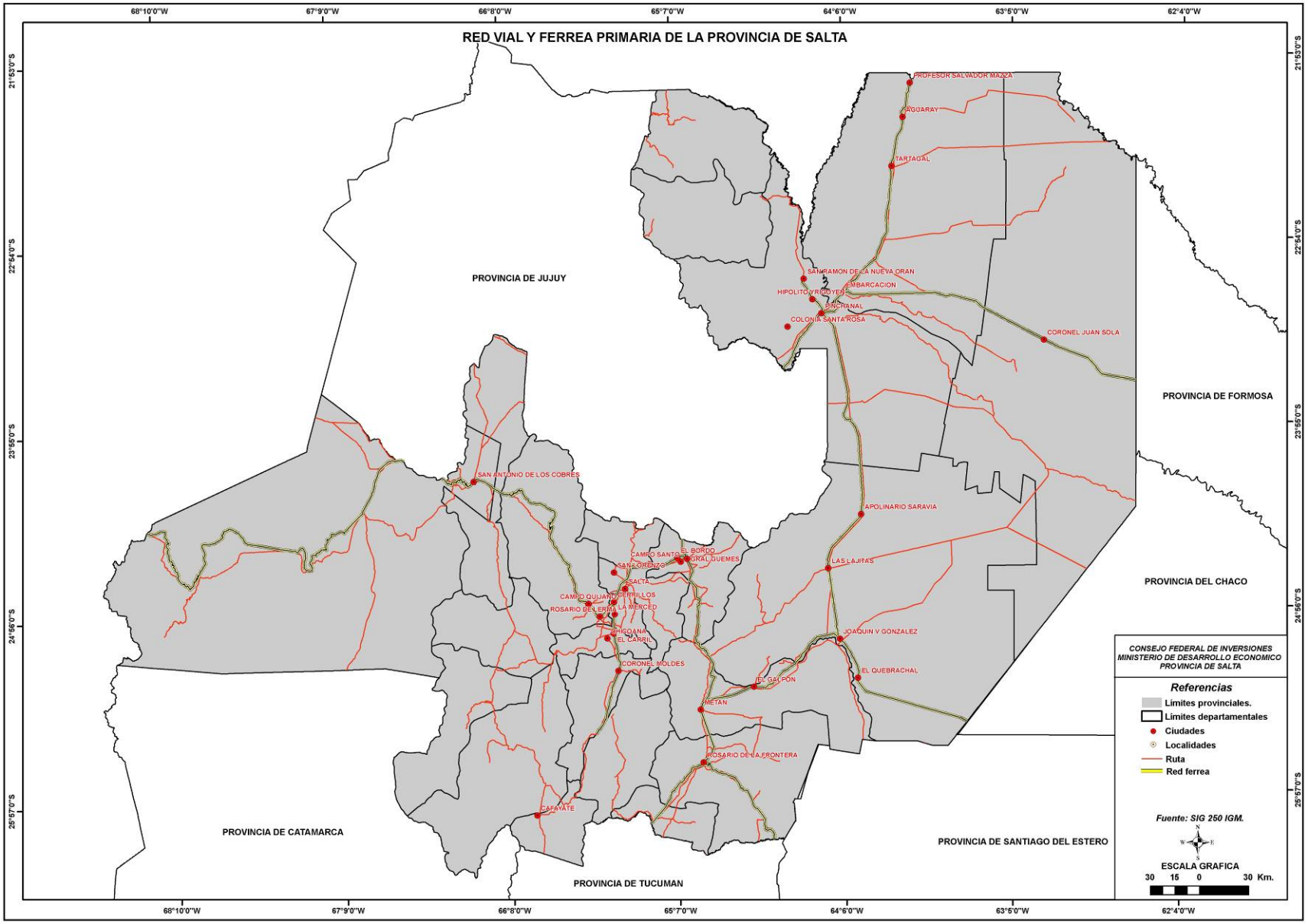
Se incorporaron en el SIG, las capas de cartografía de base del SIG 250 IGM, las capas temáticas corregidas son: Límites departamentales, Localidades, Red Vial y Férrea, Red hidrográfica y Áreas protegidas de la Provincia de Salta.

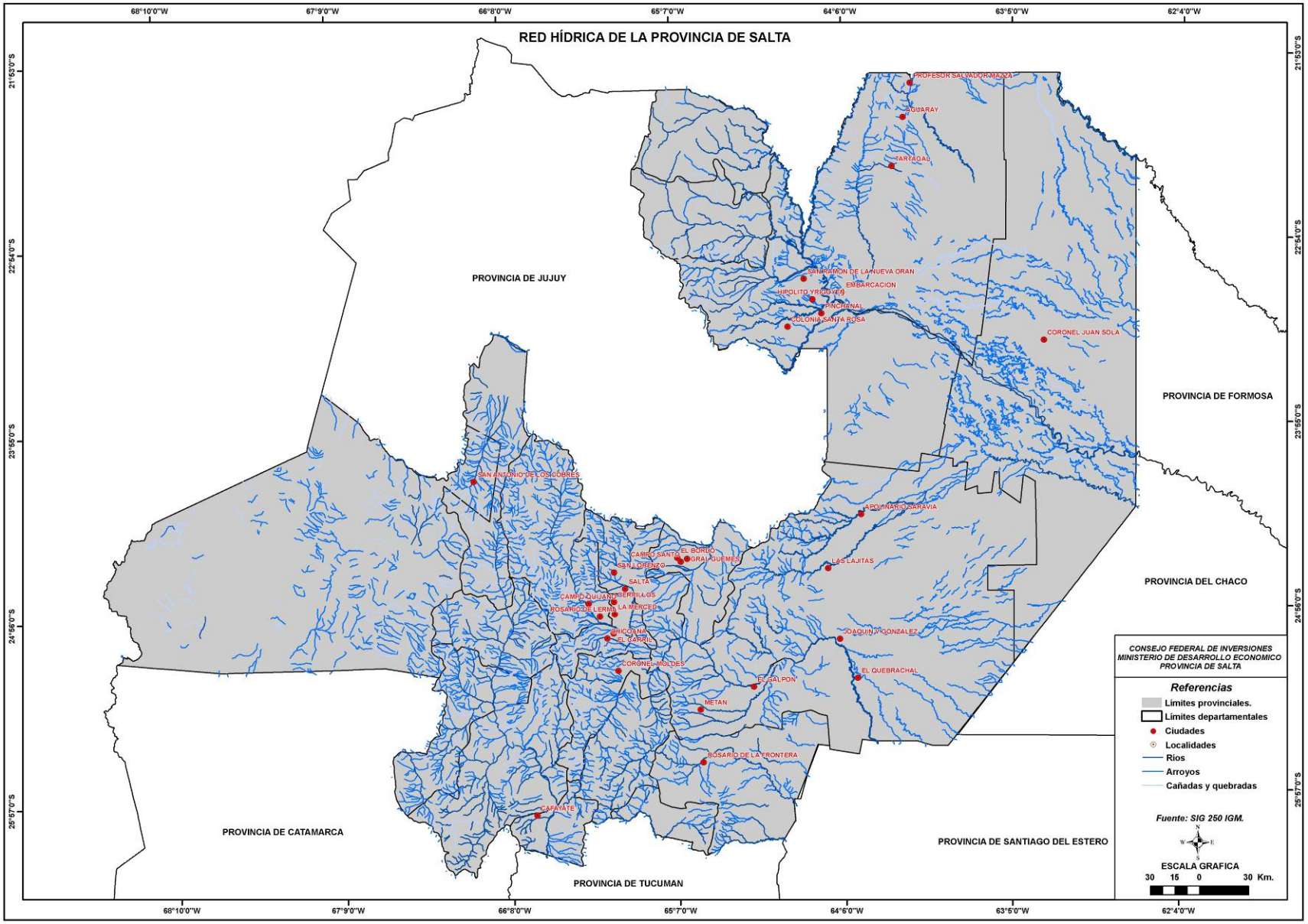
Las correcciones efectuadas fueron ajustes por interpretación visual de vectores que se actualizaron al mosaico de imágenes del año 2008 como nuevos trazados de rutas, rutas nuevas, track de GPS tomados durante el muestreo de campo que permitieron tomar nuevos trazados de rutas, cursos de agua primarios de oscilación temporal en las crecidas, ajuste de base de datos a las columnas de interés (eliminación de columnas como por ejemplo de la capa afluentes del SIG 250 IGM: provincia, país, hoja, unión, que no aportaban información de interés para el presente estudio)

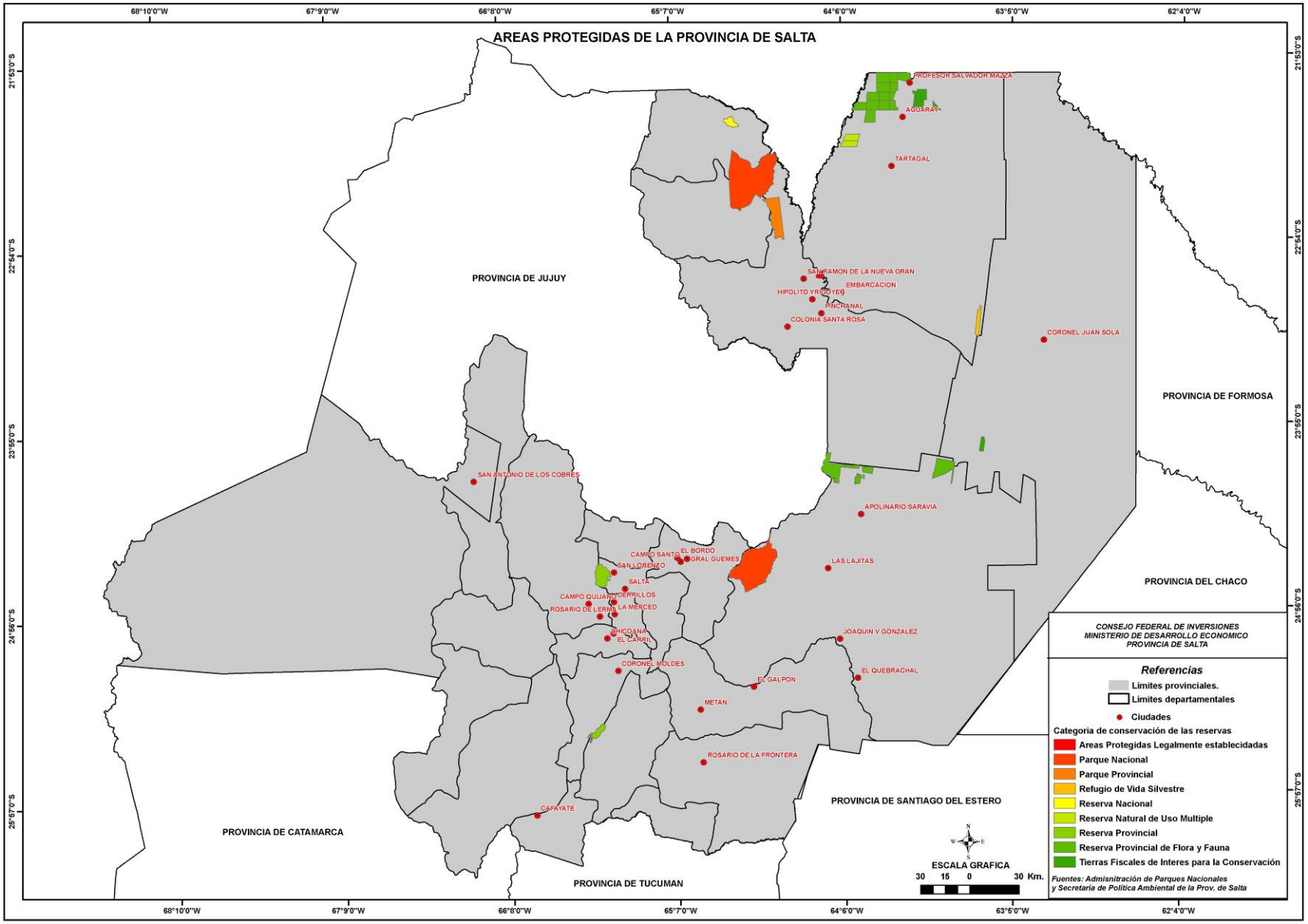
A continuación se presentan las capas temáticas finales a título ilustrativo, como se indicó también en el DVD del SIGBNSA se encuentran en mayor resolución los planos indicados para un mejor análisis visual de los mismos.

LIMITES DEPARTAMENTALES DE LA PROVINCIA DE SALTA
68°10'0"W
67°9'0"W
66°8'0"W
65°7'0"W
64°6'0"W
63°5'0"W
62°4'0"W
21°53'0"S
22°54'0"S
23°55'0"S
24°56'0"S
25°57'0"S
Santa Victoria
Iruya
Gral. Jose de San Martin
PROVINCIA DE JUJUY
Oran
Rivadavia
PROVINCIA DE FORMOSA
La Poma
Los Andes
Rosario de Lerma
La Caldera
Gral. Martin Miguel de Guemes
Capital
Cerrillos
Anta
PROVINCIA DEL CHACO
Cachi
Chicoana
Molinos
La Viña
Metan
Guachipas
San Carlos
Rosario de la Frontera
Candelaria
Cafayate
PROVINCIA DE CATAMARCA
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Limites provinciales.
Limites departamentales
Fuente: SIG 250 IGM.
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.


PRINCIPALES CIUDADES Y LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE SALTA
68°10'0"W
67°9'0"W
66°8'0"W
65°7'0"W
64°6'0"W
63°5'0"W
62°4'0"W
21°53'0"S
22°54'0"S
23°55'0"S
24°56'0"S
25°57'0"S
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
PROVINCIA DEL CHACO
PROVINCIA DE CATAMARCA
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
PROFESOR SALVADOR MAZZA
AGUARAY
YACUY
TARTAGAL
CAMPAMENTO VESPUCIO
CORONEL CORNEJO
GENERAL BALLIVIAN
SANTA VICTORIA
TOLDOS
NAZARENO
IRUYA
ISLA DE CAÑAS
SAN RAMON DE LA NUEVA ORAN
EMBARCACION
HICKMANN
MISION CHAQUEÑA
HIPOLITO YRIGOYEN
PINCHANAL
INGENIO SAN MARTIN DEL TABACAL
COLONIA SANTA ROSA
URUNDEL
CORONEL JUAN SOLA
LOS BLANCOS
LA UNION
RIVADAVIA
GENERAL PINZON
APOLINARIO SARAVIA
CORONEL MOLLINEDO
RIO DEL VALLE
LAS LAJITAS
PIQUETE CABADO
SAN ANTONIO DE LOS COBRES
TOLAR GRANDE
PUEBLO VIEJO
LA POMA
LA CANDELA
CAMPO SANTO
EL BORDO
GRAL GUEMES
SAN LORENZO
COBOS
GENERAL GUEMES
SALTA
CAMPO QUIJANO
CORRILLOS
ROSARIO DE LERMA
LA MERCED
SAN AGUSTIN
PAYOGASTA
CACHI
CHICOANA
EL CARMEN
EL BARRIAL
CORONEL MOLDES
LUMBRERAS
RIO PIEDRAS
EL TUNAL
CAGNA
EL QUEBRACHAL
EL GALPON
NUESTRA SEÑORA DE TALAVERA
MOLINOS
CAFAYATE
QUACHIPAS
METAN VIEJO
METAN
ANGASTACO
ROSARIO DE LA FRONTERA
SAN CARLOS
ANIMANA
CAFAYATE
EL TALA
ANTILLA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Límites provinciales.
Límites departamentales
Ciudades
Localidades
Fuente: SIG 250 IGM.
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.


RED VIAL Y FERREA PRIMARIA DE LA PROVINCIA DE SALTA
68°10'0"W
67°9'0"W
66°8'0"W
65°7'0"W
64°6'0"W
63°5'0"W
62°4'0"W
21°53'0"S
22°54'0"S
23°55'0"S
24°56'0"S
25°57'0"S
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
PROVINCIA DEL CHACO
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE CATAMARCA
PROFESOR SALVADOR MAZZA
AGUARAY
TARTAGAL
SAN RAMON DE LA NUEVA ORAN
EMBARCACION
HIPOLITO YRIGOYEN
PIRANAL
COLONIA SANTA ROSA
CORONEL JUAN SOLA
SAN ANTONIO DE LOS COBRES
APOLINARIO SARAVIA
EL BORDO
CAMPO SANTO
GRAL GUEMES
SAN LORENZO
SALTA
LAS LAJITAS
CAMPO QUIJANO
CERRILLOS
ROSARIO DE LERMA
LA MERCED
CHICOANA
EL CARRIL
JOAQUIN V GONZALEZ
CORONEL MOLDES
EL SALVADOR
EL QUEBRACHAL
METAN
ROSARIO DE LA FRONTERA
CAFAYATE
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Límites provinciales.
Límites departamentales
Ciudades
Localidades
Ruta
Red ferrea
Fuente: SIG 250 IGM.
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.


RED HÍDRICA DE LA PROVINCIA DE SALTA
68°10'0"W
67°9'0"W
66°8'0"W
65°7'0"W
64°6'0"W
63°5'0"W
62°4'0"W
21°53'0"S
22°54'0"S
23°55'0"S
24°56'0"S
25°57'0"S
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
PROVINCIA DEL CHACO
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
PROVINCIA DE TUCUMAN
PROVINCIA DE CATAMARCA
PROFESOR SALVADOR MAZZA
AGUARAY
TARTAGAL
SAN RAMON DE LA NUEVA ORAN
EMBARCACION
HIPOLITO YRIGOYEN
PINCHANAL
COLONIA SANTA ROSA
CORONEL JUAN SOLA
SAN ANTONIO DE LOS COBRES
APOLINARIO SARAVIA
LAS LAJITAS
CAMPO SANTO
EL BORDO
GRAL. GUEMES
SAN LORENZO
SALTA
CERRILLOS
CAMPO QUIJANO
ROSARIO DE LERMA
LA MERCED
CHICOANA
EL CARMEN
JOAQUIN V. GONZALEZ
CORONEL MOLDES
EL QUEBRACHAL
EL SALPON
METAN
ROSARIO DE LA FRONTERA
CAFAYATE
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Límites provinciales.
Límites departamentales
Ciudades
Localidades
Ríos
Arroyos
Cañadas y quebradas
Fuente: SIG 250 IGM.
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.


AREAS PROTEGIDAS DE LA PROVINCIA DE SALTA
68°10'0"W
67°9'0"W
66°8'0"W
65°7'0"W
64°6'0"W
63°5'0"W
62°4'0"W
21°53'0"S
22°54'0"S
23°55'0"S
24°56'0"S
25°57'0"S
PROFESOR SALVADOR MAZZA
AGUARAY
TARTAGAL
SANTRAMON DE LA NUEVA ORAN
EMBARCACION
HIPOLITO YRIGOYEN
PINCHANAL
COLONIA SANTA ROSA
CORONEL JUAN SOLA
PROVINCIA DE JUJUY
PROVINCIA DE FORMOSA
SAN ANTONIO DE LOS COBRES
APOLINARIO SARAVIA
CAMPO SANTO
EL BORDO
GRAL GUEMES
SAN LORENZO
SALTA
LAS LAJITAS
PROVINCIA DEL CHACO
CAMPO QUIJANO
CERRILLOS
ROSARIO DE LERMA
LA MERCED
CHICOANA
EL CARMEN
JOAQUIN V GONZALEZ
CORONEL MOLDES
EL GALPON
EL QUEBRACHAL
METAN
ROSARIO DE LA FRONTERA
CAFAYATE
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO
PROVINCIA DE CATAMARCA
PROVINCIA DE TUCUMAN
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO
PROVINCIA DE SALTA
Referencias
Limites provinciales.
Limites departamentales
Ciudades
Categoria de conservación de las reservas
Areas Protegidas Legalmente establecidadas
Parque Nacional
Parque Provincial
Refugio de Vida Silvestre
Reserva Nacional
Reserva Natural de Uso Multiple
Reserva Provincial
Reserva Provincial de Flora y Fauna
Tierras Fiscales de Interes para la Conservación
Fuentes: Admisnitración de Parques Nacionales
y Secretaria de Política Ambiental de la Prov. de Salta
ESCALA GRAFICA
30 15 0 30 Km.

VII – CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente análisis muestras claramente la potencialidad de los Sistemas de Información Geográfica no solo para el análisis de múltiples variables sino que la esencia real de esta herramienta se centra en la vinculación o “cruce” de dichas variables que permiten un análisis más profundo.

La obtención de un producto cartográfico como el Mapa de Cobertura y Uso del Suelo para el Área de Bosques Nativos de la Provincia de Salta al Año 2008 con una confiabilidad del 90 % y un Índice Kappa del 88 % respaldan el objetivo de lograr un modelo que represente lo mas próximo a la realidad de nuestra provincia y que permita el análisis por parte de los gestores del estado para la toma de decisiones relacionadas nada mas y nada menos que con el desarrollo sustentable de los bosques nativos de la Provincia de Salta.

El análisis multitemporal logrado a partir de la vinculación de las capas generadas de uso del suelo con las de cobertura del suelo, permitió mostrar puntualmente las unidades de vegetación de mayor cambio de uso.

La visión u objetivo del presente estudio no es bajo ningún aspecto incurrir en la estrategia sesgada de “no se debe tocar nada y se debe conservar todo”. Bajo ningún aspecto se busca incurrir en dicha ideología, ni tampoco en su extremo de la habilitación total de tierras con fines agropecuarios.

El presente estudio busca como se indico repetidas veces sentar las bases para establecer posteriormente líneas de acción que permitan el desarrollo agropecuario en la Provincia de Salta pero con la seguridad de lograr la conservación de los bosques nativo, debe entenderse que desarrollo y conservación son acciones que deben seguir una misma dirección para que se alcance el tan ansiado desarrollo sustentable que debe incorporar en su estrategia las variables sociales y económicas, de tal modo de que se permita el desarrollo y crecimiento de una provincia en expansión como lo es Salta pero con una clara estrategia de sustentabilidad espacial y temporal.

VIII – BIBLIOGRAFIA

Alldredge J.R. y Ratti J.T. 1992. Further comparison of some statistical techniques for analysis of resource selection. Journal of Wildlife Management 56: 1-9.

Barredo Cano 1996. Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. Editorial Rama. España.

Baumgartner A. y Cozzi E. 1998. Planificación Territorial del Valle de Lerma (Pcia. de Salta) orientada al sector agropecuario, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica. Alternativas de inserción en el nuevo orden económico transnacional. Tesis de grado. Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Naturales.

Campbell J.B. 1996. Introduction to remote sensing: New York, Guilford.

Chuvieco, E. 2004. Fundamentos de teledetección. Editorial RIALP S.A.

Dale V.H., Southworth F. y Pedlowski M. 1994. Modeling effects of lands managements in the Braziliam Amazonian settlement of Rondania. Conservation biology 8: 196-206.

De Lima M.G. y Gascon C. 1999. The conservation value of linear forest remnants in central Amazonia. Biological conservation 91: 241-247.

ERDAS, Inc. 1997. Erdas Field Guide. Fourth edition, revised an expanded. Erdas, Inc. Atlanta, Georgia. 655 pp.

Hansen M.J., Franklin S.E., Woudsma C.G. y M. Peterson. 2001. Caribou habitat mapping and fragmentation analysis using Landsat MSS, TM, and GIS data in the north columbia mountains, British Columbia, Canada. Remote sensing of environment 77: 50-65.

Kattan G.H. 2001. Extinción de especies y fragmentación del hábitat en el neotrópico. En: Primack R., Rozzi R., Feinsinger P., Dirzo R. y Massardo F. (eds.) Fundamentos de conservación biológicas: perspectivas latinoamericanas, pp. 205-207.

Klinkenberg, B. 1990. Digital elevation models. National centre of geographic information analysis. Unit 38. URL: http://www.geog.ubc.ca/courses/klink/gis.notes/ncgia/u38.html#UNIT38.

Moreno Sanchez R., Malczewski J y Bojorquez-Tapia L.A. Desing and development strategy for multi-media GIS to support environmental negotiation, administration and monitoring at the regional level. Journal of environmental management 1: 161-175.

Stewart-Oaten A. y Bence R.J. 2001. Temporal and spatial variation in environmental impact assessment. Ecological monographs 71: 305-339.

Moore F. 2003. Comparación de dos modelos digitales de elevación construidos a partir de dos fuentes diferentes (SRTM e IGM). INTA Marcos Juárez. URL:http://www.inta.gov.ar/mjuarez/info/documentos/Agprecis/comp03.htm.

Primack R., Rozzi R., Massardo F. y Feinsinger P. Destrucción y degradación del hábitat. En: Primack R., Rozzi R., Feinsinger P., Dirzo R. y Massardo F. (eds.) Fundamentos de conservación biológicas: perspectivas latinoamericanas, pp. 183-223.

Primack R., Rozzi R., Dirzo R. y Massardo F. (eds.). 2001. Fundamentos de conservación biológica: perspectivas latinoamericanas. Fondo de cultura económica. México.

Richards J.A. 1993. Remote sensing digital image analysis. Berling Springer Verlag.

Salem B.B. 2003. Application of GIS to biodiversity monitoring. Journal of arid environments 54: 91-114.

Saunders D. A., Hobbs R. J., Margules C.R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. Conservation Biology 5: 18-32.

Volante, J. y Bianchi, A. 2003. Índice de vegetación normalizado diferencial (NDVI) de las Yungas y del Chaco Semiárido en el Noroeste Argentino. URL: http://www.inta.gov.ar/prorenoa/info/resultados/indiceverde/indicev.htm

Volante J., Bianchi A., Paoli H., Noe Y., Cabral C., y Neumann R. 2005. Mapa de Cobertura Natural y Agrícola, Situación retrospectiva, Tartagal (Salta), Las Lajitas (Salta) y Charata (Chaco), Años 1988 y 1989. Publicaciones INTA, EEA SALTA.

Volante J., Bianchi A., Paoli H., Noe Y., Elena H. y Cabral C. 2005. Análisis de la dinámica de uso del suelo agrícola del Noroeste Argentino mediante

teledetección y Sistemas de Información Geográfica. Publicaciones INTA, EEA SALTA.

Wikipedia 2009. Enciclopedia Digital. http://es.wikipedia.org.

Zar J.H. 1984. Boistatistical Analysis. Second edition. Prentice-Hall, INC.

Zapater de Del Castillo M. 1985. Esquema Fitogeográfico de la Provincia de Salta. Secretaría de Estado de Asuntos Agrarios. Dirección General Agropecuria. Departamento de Suelo, Riego y Clima.

IX – AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos agradecer al Sr. German Viramonte por la confianza brindada en dejar en nuestras manos el desarrollo del presente proyecto.

Al Lic. Bodizar Bakarcic, del CFI, quien encaminó con visión critica y objetiva el desarrollo de todo el proyecto.

Al Sr. Eduardo Villagrán por el aporte desde su experiencia en el área forestal.

X – GLOSARIO NOMBRES CIENTÍFICOS Y TÉRMINOS

Glosario de nombres vulgares y científicos de árboles y arbustos

Nombre Vulgar	Nombre Científico
Afata	*Heliocarpus americanus*
Algarrobo blanco	*Prosopis alba*
Algarrobo negro	*Prosopis nigra*
Aliso del cerro	*Alnus acuminata*
Brea	*Cercidium praecox*
Cebil colorado	*Anadenanthera colubrina var. cebil*
Cebil moro	*Anadenanthera colubrina f. moro*
Cedro coya o cedro salteño	*Cedrela lilloi*
Cedro orán	*Cedrela balansae*
Cedro rosado	*Cedrela saltensis*
Ceibo	*Erythrina crista-galli*
Ceibo salteño	*Erythrina falcata Benth*
Chañar	*Geoffroea decorticans*
Cochucho	*Fagara sp.*
Duraznillo colorado	*Ruprechtia triflora*
Guayacán	*Caesaplinia paraguariensis*
Horco cebil	*Parapiptadenia excelsa*
Horco molle	*Blepharocalyx salicifolius*
Horco quebracho	*Schinopsis lorentzii var. Marginata*
Jarilla	*Larrea sp.*
Lapacho rosado	*Tabebuia impetiginosa*
Laurel amarillo	*Ocotea puberula*
Laurel blanco	*Nectandra augusta*
Laurel de la falda	*Phoebe prophyria*
Mato	*Myrcianthes mato*
Mistol	*Zizyphus mistol*
Molle negro	*Schinus bumelioides Hohnst*
Molle pispito	*Schinus fasciculatus Johnst*
Mora Amarilla	*Maclura tinctoria*
Nogal criollo	*Junglans australis*
Pacará	*Enterolobium contortisiliquum*
Palma	*Copernicia alba*
Palo amarillo	*Phyllostylon rhamnoides*
Palo barroso	*Blepharocalyx gigantea - Lillo*
Palo Blanco	*Calycophyllum multiflorum*
Palo bobo	*Tessaria integr ifolia*
Palo cruz	*Tabebuia nodosa*
Palo Santo	*Bulnesia sarmientoi*
Pino del cerro	*Podocarpus parlatorei*
Quebracho blanco	*Aspidosperma quebracho blanco*
Quebracho colorado	*Schinopsis lorentzii*
Quebracho colorado santiagueño	*Schinopsis lorentzii var. lorentzii*
Quebracho lagunero	*Aspidosperma triternatum*
Queñoa	*Plylepis australis Britt*
Quimil	*Opuntia quimilo*

Quina	*Myroxylon peruiferum*
Quina blanca	*Lonchocarpus lilloi*
Quiscataco	*Prosopis elata*
Roble	*Amburana cearensis*
Sacha pera	*Acanthosyris falcata*
Sacha rosa	*Pereskia sacha-rosa*
Sauce	*Salíx humboldtiana*
Tala	*Celtis sp.*
Tala	*Celtis spinosa Sprengel*
Tipa blanca	*Tipuana tipu*
Tipa colorada	*Pterogyne nitens*
Urundel	*Astronium urundeuva*
Vinal	*Prosopis ruscifolia*
Vinalillo	*Prosopis vinalillo*
Virarú o Viraró	*Ruprechtia laxiflora*
Yuchán o palo borracho	*Chorisia insignis*
Zapallo caspi	*Pisonia ambigua*

Glosario de términos

Achaparrado: ambientes en que los árboles o arbustos son bajos y densos.

Algarrobal: ambientes dominados por Algarrobos.

Arbustal: ambiente dominado por arbustos.

Bosque nativo: espacio ocupado en más de 0.5 has con árboles de especies nativas con una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa mayor al 10%, o árboles capaces de alcanzar estos umbrales in situ (Global Forest Resources, 2004).

Caducifolio: hace referencia a los árboles o arbustos que pierden su follaje durante una parte del año, la cual coincide en la mayoría de los casos con la llegada de la época desfavorable, la estación más fría (invierno) en los climas templados. Sin embargo, algunos pierden el follaje durante la época seca del año en los climas cálidos y áridos (Wikipedia, 2009).

Duraznillal: ambientes en que el sotobosque es dominado por duraznillos.

Georreferenciación: es el posicionamiento en el que se define la localización de un objeto espacial (representado mediante punto, vector, área, volumen) en un sistema de coordenadas y datum determinado (Chuvieco, 2004).

Madrejones: acumulaciones permanentes y/o temporales de agua. Estos madrejones son parte de los antiguos cauces, que reciben agua por derrame de los ríos en épocas de lluvia.

Palosantal: ambientes dominados por la especie Palo santo.

Peladar: áreas sin cobertura vegetal como ser superficies afectadas por sobrepastoreo, peladares peridomésticos como los peladares formados en los puestos del chaco salteño, caminos y picadas, áreas de derrame.

Quebrachal: ambientes dominados por Quebrachos colorados y Quebrachos blancos, o uno de ellos.

Raster: es una estructura de datos representada por una matriz rectangular de píxeles, denominada raster, que se puede visualizar en un monitor de ordenador, papel u otro dispositivo de representación (Wikipedia, 2009).

Río muerto: antiguos cauces de ríos.

Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS): es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión (Wikipedia, 2009).

Vinalar: ambientes dominados por la especie Vinal.

XI – DETALLE DE LOS DVD DEL SIGBNSA

El SIG consta de 2 DVD:

El DVD Nº 1 contiene:

- Informe_Final
- SIG:
    - 00_Mosaico_1981
    - 01_Area_Bosques_Nativos
    - 02_Unidades_Vegetacion
    - 03_Muestreo_Reconocimiento
    - 04_Modelos_Digitales
    - 05_Avance_Agropecuario
    - 06_Cartografia_Base
    - 07_Muestreo_Control
    - 08_Proyecto
    - 09_Planos_en_JPG

El DVD Nº 2 contiene:

- SIG:
    - 00_ Mosaicos_1992_2008

XII – ANEXO CARTOGRÁFICO

Se anexan los siguientes planos en mayor tamaño de papel para una mejor interpretación visual de los mismos según el siguiente detalle:

1. Mapa de “Superficie Desarrollada con Fines Agropecuarios al Año 1981 en la Provincia de Salta” (Tamaño de impresión A3).
2. Mapa de “Superficie Desarrollada con Fines Agropecuarios al Año 1992 en la Provincia de Salta” (Tamaño de impresión A3).
3. Mapa de “Superficie Desarrollada con Fines Agropecuarios al Año 2008 en la Provincia de Salta” (Tamaño de impresión A3).
4. Mapa de Cobertura y Uso del Suelo para el Área de Bosques Nativos de la Provincia de Salta al Año 1981” (Tamaño de impresión A3).
5. Mapa de Cobertura y Uso del Suelo para el Área de Bosques Nativos de la Provincia de Salta al Año 1992” (Tamaño de impresión A3).
6. Mapa de Cobertura y Uso del Suelo para el Área de Bosques Nativos de la Provincia de Salta al Año 2008” (Tamaño de impresión A2).