

RELEVAMIENTO DE MALLINES Y GRANDES UNIDADES DE VEGETACIÓN MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMAGENES

Ing. Elena Vicente
Lic. Cecilia Abbate

Pan American Energy L.L.C

SINOPSIS

El objetivo del siguiente trabajo fue generar dos capas de información temática en el proceso de caracterización ambiental del área operada:

- Grandes Unidades de Vegetación
- Mallines

La finalidad de la generación de la primera capa es conformar una línea de base de caracterización ambiental que permita contar con datos locales en el desarrollo de estudios de impactos ambientales.

La finalidad de la generación de la capa de mallines fue la que originó el proyecto ya que dentro del ecosistema patagónico son escasos y la empresa considera que su protección es fundamental debido al valor que poseen relacionados con biodiversidad.

El trabajo realizado se basó en el uso de imágenes satelitales Landsat 7 ETM, procesamiento digital de las mismas, trabajos de campo y análisis de integración de la información en un sistema de información geográfica. Como resultado se obtuvo un total de 26 grandes unidades de vegetación más mallines, ambas con sus correspondientes tablas de atributos que contienen datos como: gran unidad de vegetación, vegetación dominante, tipo, vegetación acompañante, cobertura, y ubicación. Toda la información fue integrada en un GIS para su consulta y análisis tanto desde Buenos Aires como desde la operación.

El conocimiento de distribución y ubicación de estos ecosistemas permitirá:

- Mejora en planificación en la toma de decisiones en cuanto a la construcción de nuevos pozos y otras instalaciones.
- Disminución de los tiempos en preparación de estudios ambientales.
- Conocimiento previo del tipo de vegetación que podría quedar afectada por un derrame haciendo más efectivo el Plan de Contingencias
- Mejor utilización de recursos al preparar los Planes Ambientales teniendo un conocimiento previo del tipo de área y cobertura.

1- Introducción:

Debido a la necesidad de la empresa de contar con un registro geográfico de todos los mallines presentes en dos áreas de producción petrolera situada en el Golfo San Jorge,

se contrató a una consultora, quién realizó un trabajo de detección y relevamiento de mallines acompañado de un relevamiento y caracterización de las grandes unidades de vegetación existente en dichas áreas.

Los mallines son ecosistemas que se caracterizan por una alta calidad y cantidad de oferta forrajera para la actividad agrícola ganadera o para la fauna silvestre y también por la disponibilidad de agua tanto para los animales y plantas como para el hombre. Esto último cobra una mayor importancia cuando se considera que el resto de los ecosistemas patagónicos presentes en el área se encuentran dentro de la categoría de desiertos y semidesiertos.

La necesidad de Pan American Energy de conocer acerca de la distribución y ubicación de los mallines se fundamenta en mejorar el planeamiento de la ubicación de futuras instalaciones y pozos, tomando en cuenta la posición de los mismos de manera de minimizar los riesgos de deterioro ambiental. Además, el conocimiento de la ubicación de los mallines permitirá tomar decisiones con menor grado de incertidumbre y mejorar el control del medio ambiente en cualquier actividad que se lleve a cabo dentro de los yacimientos mencionados.

Por otra parte, el resto de los ecosistemas presentes en la región, como estepas, matorrales, desiertos y semidesiertos, son de importancia ecológica y económica, y su relevamiento y evaluación son de importancia en la planificación de diferentes obras.

El trabajo realizado por la consultora se basó en el uso de tecnología satelital Landsat 7 ETM, procesamiento digital de las mismas, trabajos de campo y análisis e integración de la información en un sistema de información geográfica. Como resultado se obtuvo una capa temática conteniendo los mallines relevados y otra capa temática conteniendo las grandes unidades de vegetación, ambas con sus correspondientes tablas de atributos. Toda la información fue integrada en un proyecto GIS, (Sistema de Información Geográfico) para su uso inmediato en ArcGis. Se elaboraron también impresiones cartográficas del Mapa de Grandes Unidades de Vegetación, en escalas 1:100.000 y 1:75.000.

2. Ubicación del área de trabajo

Pan American Energy desarrolla sus actividades de exploración y explotación de hidrocarburos en la Unidad de Gestión del Golfo San Jorge, en dos áreas diferenciadas. Un área norte ubicada al sur de la provincia de Chubut, en los departamentos Escalante y Sarmiento y una pequeña parte en el sector norte del departamento Deseado y los yacimientos. Los yacimientos del área sur. Koluel Kaike, El Valle y Piedra Clavada (Fig. 1).

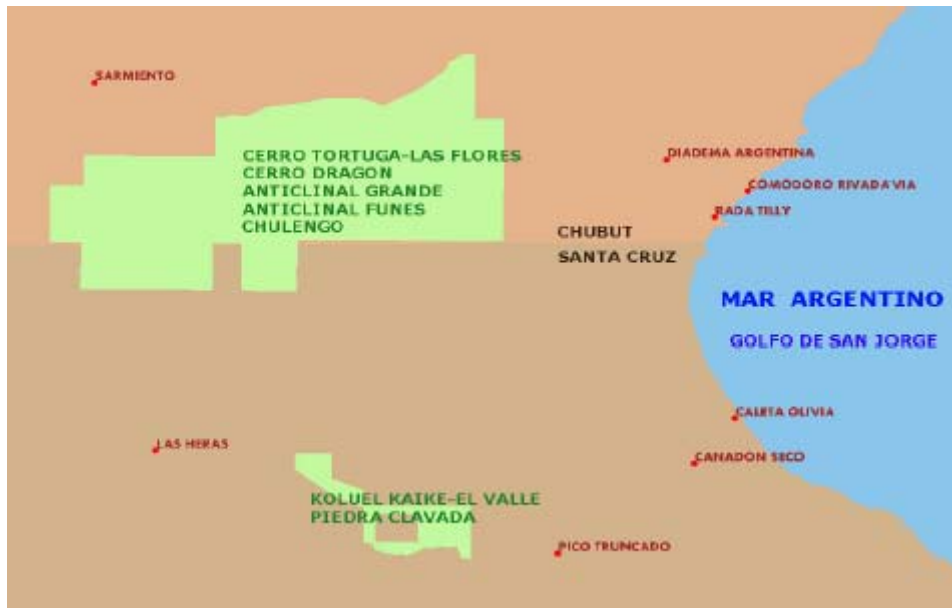


Fig. 1

3. Características del área de Estudio

El clima de la región es árido-templado, frío-ventoso. Las precipitaciones son escasas a lo largo de todo el año, pero un factor a tomar en cuenta es la precipitación en forma de nieve, la cual es importante en las mesetas más altas como la de Pampa del Castillo. Las temperaturas medias anuales son: 13, 26 °C, dándose el promedio de temperatura media mínima de 5,9 °C en los meses de Junio y las más altas de 20,6 en los meses de Enero. Con respecto a las precipitaciones no son superiores a 300 mm anual.

Fisiográficamente el área norte se ubica sobre las mesetas de Pampa del Castillo y Pampa de María Santísima y sus sedimentos, las zonas de influencia del valle del río Chico y del Valle Hermoso. Sobre las mesetas, que en algunos casos sobrepasan los 700 m.s.n.m, se encuentran los “rodados patagónicos” y al norte del área se encuentran zonas de aflojamientos basálticos como el Cerro Tortuga y también zonas de badlands. La erosión eólica genera extensas áreas deflacionadas, generando en algunos casos pavimentos de desierto y lenguas. En las zonas de acumulación, a resguardo del retransporte, impacta sobre la forma y composición del suelo y la vegetación.

Fitogeográficamente, ambas áreas se encuentran en la Provincia Patagónica (Cabrera, 1953). Soriano (1956) divide esta provincia en distritos y subdistritos: el área sur se encuentra íntegramente en el Distrito Central Subdistrito Santacrucense, en tanto el área norte se halla comprendida en dos distritos, el Distrito Central Subdistrito Chubutense y el Distrito del Golfo San Jorge (Fig.2).

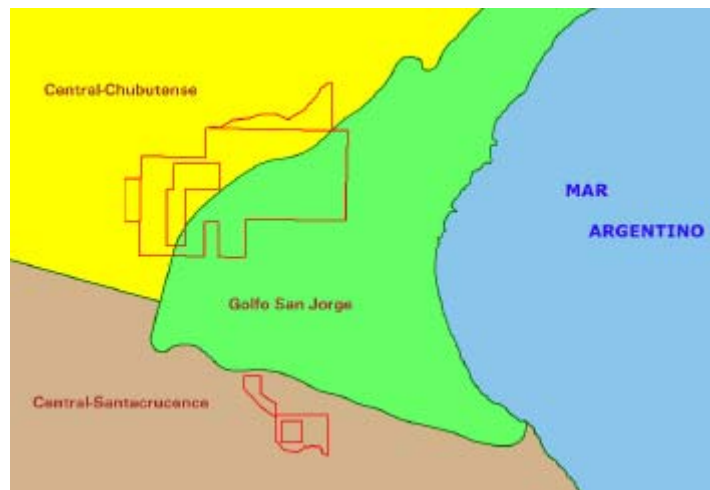


Fig. 2

4. Relevamiento de mallines

4.1 Introducción de mallines

El país cuenta con grandes regiones semidesérticas o desérticas. Una de esas regiones, la Patagonia, contiene gran parte de su superficie bajo climas denominados áridos.

El término mallín hace referencia a “pastizales húmedos de alta densidad y riqueza florística, cuya génesis está asociada a la presencia de agua cerca de la superficie del suelo. Se trata de ecosistemas patagónicos azonales, generalmente de escasas dimensiones, compuestos principalmente por juncos y pastos. Poseen una distribución espacial dispersa que responde a factores topográficos, geomorfológicos e hidrológicos particulares” (Mazzoni y Vázquez, 2003).

Los mallines son un recurso natural escaso pero valioso en la Patagonia, en tanto ofrecen pasturas y agua para el desarrollo de actividades agropecuarias, principalmente ganadería. En algunos casos, frente a ciertas circunstancias, pueden convertirse en la única fuente de sustento de los pobladores rurales.

También cabe destacar la importancia de estos para la fauna, la cual encuentra en ellos sitios para la reproducción, alimentación y descanso. Ciertas especies vegetales y animales dependen de la existencia de los mallines para su supervivencia.

Todos los mallines comparten algo en común, esto es, la mayor disponibilidad de agua debido a uno o varios de los factores antes mencionados, la gran cobertura vegetal del suelo, la gran productividad primaria de materia seca, la presencia de especies adaptadas a condiciones de hidromorfismo y el gran constante entre la exhuberancia vegetal de estas áreas con su entorno generalmente estepario.

El clima de la Patagonia está muy influenciado por la cordillera y los vientos prevalecientes del oeste. Estos vientos provenientes del Pacífico contienen mucha humedad, pero al elevarse y traspasar los cordones andinos van perdiendo gran parte de

su contenido de agua. Como resultado de esto las precipitaciones descienden desde el oeste hacia el este.

Este modelo de precipitaciones ha influido para llegar a tener una Patagonia con clima seco en gran parte de su extensión, con la excepción de su parte cordilleraza. De allí que los mallines presentan un gran contraste con su entorno.

A pesar de los rasgos comunes que presentan los mallines entre sí y sus diferencias contrastantes con la estepa patagónica, algunos autores han propuesto algunas reglas para clasificarlos. Movia (1987) propone una clasificación basada en aspectos fisiográficos, edáficos, de drenaje y vegetación, la cual se expone en la siguiente tabla.

TABLA 1. Clasificación de mallines según Movia (1987).

FISIOGRAFIA	SUELOS	HIDROMORFISMO	VEGETACION
De llano aluvial a cauces fluviales	Poco profundos, con rodados. Poca materia orgánica	Agua cercana a la superficie. Drenaje no impedido	Juncos Trifolium Taraxacum
De cubetas o grandes depresiones someras de origen glacial o lacustre (mallín típico)	Generalmente profundos con ceniza volcánica diferenciable y materia orgánica significativa. Relativamente impermeables.	Drenaje impedido de semihúmedo a anegado o lagunas someras y salitrales de clima seco.	Festuca Trifolium Juncos o Salicornia Distichlis
En rosario o de valles pequeños	Poco profundos, con materia orgánica y sobre roca de base	Drenaje parcialmente impedido con cauce diferenciado	Trifolium Festuca
De ladera, mallines colgados, ojos de agua y vertientes	Si suelo desarrollado. Poca materia orgánica	Escurrimiento superficial	Juncus
Vegas de altura	Generalmente someros	Impedido	Vegetación de prado alpino

Los mallines de llano aluvial o causes fluviales se corresponden con las áreas húmedas de las márgenes o causes de ríos y arroyos, como por ejemplo el cause del río Chico.

Los mallines de cubeta, de origen glacial o eólico, pueden adoptar un aspecto de mallín o de laguna, dependiendo de algunos aspectos relativos a la dinámica hidrológica, forma y profundidad de la depresión.

El tercer tipo de mallín, llamado “en rosario”, es frecuente en las vías de drenaje de valles chicos y con rocas como sustrato de base. Ligeros impedimentos en el drenaje permiten el “enmallinado” del paisaje y en aquellos lugares que por pendiente o por precolación del agua el mallín desaparece para volver a aparecer más abajo, a veces a solo unos pocos metros.

En la figura 3 se muestra el mallín Ma-055, detectado en este trabajo, que es un ejemplo de este tipo. Las pequeñas manchas verdes son áreas con vegetación de mallín y se observa el típico patrón de cuentas de rosario a lo largo de la línea de vaguada.

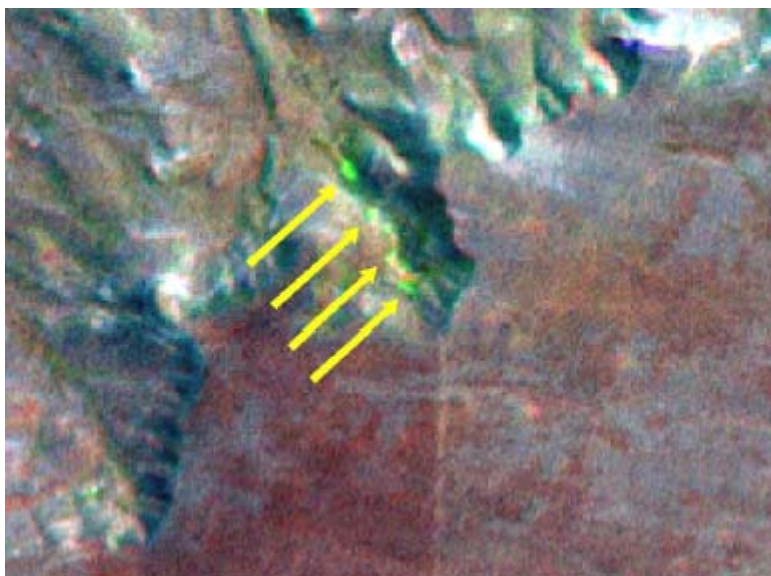


Fig.3. Imagen Landsat / ETM con mallín en rosario

Otro tipo de mallines son los mallines “colgados”, provenientes de acuíferos disectados y que en muchos casos pueden dar un patrón semejante a las anteriores, aunque en esos casos las vertientes se ubican en las laderas y no en las vaguadas.

Los mallines colgados se generan por vertientes u ojos de agua presentes en las laderas, y en estos casos el mallín se ensancha y alcanza su mayor desarrollo en cotas menores al aflojamiento del acuífero.

Es importante aclarar que la extensión de un mallín dependerá del aporte de agua, de lluvia o freática según el caso y tipo. De allí que en temporadas o años con mayor precipitaciones presenten mayor vigor y extensión que en años más secos. El 2004 fue un año seco según los pobladores locales, y muchos de los mallines detectados en imágenes de años anteriores se hallaban muy secos al momento de la visita a campo, pero reconocibles.

Otras clasificaciones dividen a los mallines según el grado de humedad, es anegado, húmedo, subhúmedo, seco, etc. Pero esto es relativo, por lo expuesto anteriormente con respecto a la fluctuación de aporte de agua según la estación y según los años. Otras clasificaciones hacen hincapié en el tenor salino del suelo pero también se debe tener en cuenta que en lugar de clases, en realidad, hay un continuo en los valores de salinidad de los mallines, y que con algunas excepciones, los mallines, por su propia naturaleza, por ser el resultado de un drenaje defectuoso, sufren inexorablemente de un proceso de salinización que paulatinamente va incorporando sales en el perfil del suelo. Una forma rápida de comprobar a campo si un mallín presenta un grado importante de salinidad, es la presencia de algunas especies indicadoras de halomorfismo en el suelo, como lo es el pelo de chanco.

4.2 Metodología

La detección de mallines se realizó mediante el procesamiento digital de imágenes Landsat 7 ETM, control de campo y análisis GIS y se utilizaron las herramientas de software.

4.2.1 Selección de las imágenes satelitales.

Para el desarrollo de este trabajo se seleccionaron dos imágenes Landsat 7 ETM, del Path/Row 229-92, de diferentes fechas de adquisición: una del 15 de Mayo de 2003 y otra del 19 de Diciembre de 2001. De esta forma se contó con datos de una época coincidente con la mayor cobertura vegetal de la estación de crecimiento (verano), y otra de cuando muchas especies se encontraban ya en estadios fenológicos más avanzados y en preparación para la época fría (otoño). Adicionalmente, se incorporó al análisis otras imágenes de archivo de Aeroterra S.A (una imagen Landsat 7 ETM del 5 de febrero de 2002 y una imagen Landsat 5 TM del 16 de enero de 1986).

El criterio fue disponer de imágenes de dos momentos del año donde, coincidente con la mayor biomasa verde, se pudieran tener más posibilidades de diferenciar poblaciones, ya sea en pleno crecimiento estival, o en su decaimiento, momento coincidente con la imagen de otoño. De esta manera, si dos o mas poblaciones compartían una misma respuesta espectral en diciembre, lo que las hacían inseparables en la imagen de esa fecha, existía la posibilidad de separarlas en las imágenes de Mayo donde podía existir diferencias en la cantidad de hojas u otra característica que permitiera diferenciarlas.

4.2.2 Fusión de bandas

La fusión o *merge* de bandas es muy útil en el caso de imágenes provenientes de sensores que poseen bandas de distinta resolución espacial. El caso típico es el de las imágenes Landsat 7 ETM, cuyas bandas multiespectrales tienen 30 metros de resolución espacial y la banda pancromática tiene 15 metros, por lo que se puede obtener finalmente una imagen multiespectral de 15 metros de resolución. Este procedimiento duplica las capacidades visuales y mejora las características interpretativas, pues permite ver detalles que antes no se detectaban, a la vez que se mantiene los atributos espectrales de la imagen. Los resultados de esta mejora se ilustran claramente en la figura 4.

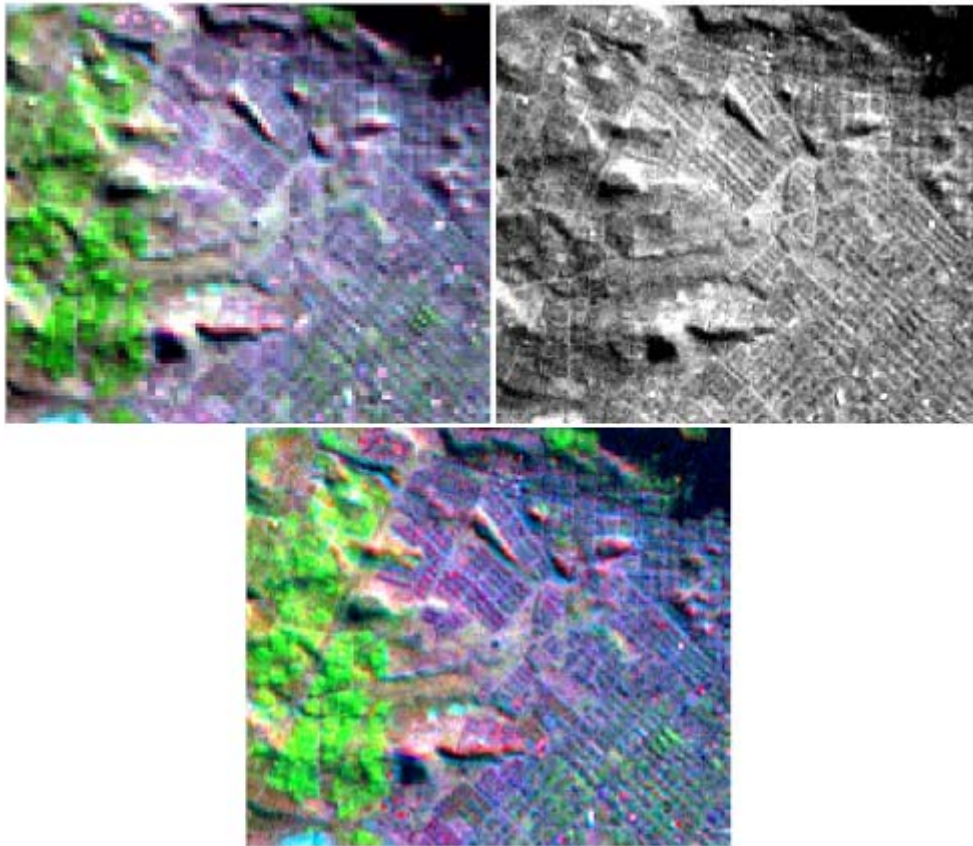


Fig. 4

El tratamiento realizado en este trabajo consistió en una fusión de las bandas reflectivas del satélite Landsat 7 ETM y de la banda pancromática, mediante el procedimiento de Componentes Principales para respetar lo mejor posible los valores digitales originales de cada banda.

Figura 4. Imágenes Landsat 7. Arriba a la izquierda parte de ciudad de Comodoro Rivadavia en falso color (RGB: 5,4,3) con 30 metros de resolución píxel. A su derecha la misma toma pero en banda pancromática (RGB: 8,8,8) de 15 metros de resolución de píxel. Abajo, el resultado de la fusión o merge por software de las dos anteriores. El resultado se muestra en falso color (RGB:543) con 15 metros de resolución.

4.2.3 Ortorrectificación

Una vez realizados los procesos de *merge* (imágenes fusionadas) fue necesario corregir geométricamente a las mismas, incluyendo las imágenes originales.

El proceso de ortorrectificación de imágenes satelitales requiere de una muy buena documentación de la geometría satelital en el momento de la toma, un modelo de elevación digital de detalle similar a la imagen, puntos de control de campo medidos con GPS y un software apropiado y confiable.

Figura 5. Muestra esquemáticamente el proceso mediante el cual una imagen es ortorrectificada.

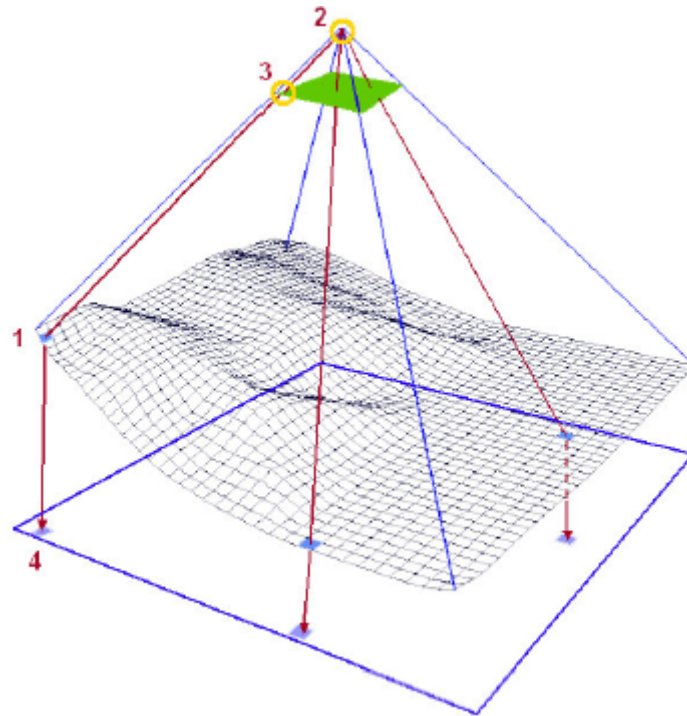


Fig. 5

A través del software, se realizaron los procesos de ortorrectificación de las imágenes originales y los merges obtenidos previamente. Esto permitió remover los errores sistemáticos y las distorsiones generadas por el relieve. Para ello se utilizaron puntos de control terrestres y un modelo digital de elevación de propiedad de la consultora, los cuales en conjunto posibilitaron corregir geométricamente las imágenes con un RMS promedio de 1,8 píxeles (27 metros).

4.2.4 Índice verde

A partir de las imágenes Landsat 7 ETM multiespectrales originales se generaron los índices de verde NDVI correspondiente a las dos fechas de adquisición (Diciembre 2001 y Mayo 2003)

El NDVI (Normalizad Difference Vegetation Index) permite exagerar las diferencias entre las firmas espectrales de la vegetación con respecto a otras coberturas pero minimizando los efectos similares debido al suelo.

La diferencia (Infrarrojo – Rojo) en el numerador magnifica y realza la vegetación, en tanto que la suma de las mismas variables en el denominador “normalizan” las diferencias y evitan o minimizan los efectos producidos por las diferencias debido a otros factores casuales, como por ejemplo distintos suelos presentes en una imagen.

Una vez obtenidas las imágenes NDVI, se procedió a ortorrectificarlas utilizando las mismas soluciones obtenidas en el proceso de ortorrectificación de las imágenes originales.

Atento a que los NDVI son imágenes de valores generalmente bajos y de punto flotante, se utilizaron las mismas para ponderar matemáticamente a la banda infrarroja (ETM4) de las imágenes ortorrectificadas. De esta manera, la banda 4, que naturalmente posee un rango de longitudes de onda apropiado para detectar vegetación, resultó con una mejora significativa para los propósitos de este trabajo.

4.2.5 Clasificación y Segmentación

A partir de la interpretación visual de las imágenes Landsat 7 ETM y datos auxiliares como la topografía (DEM), fisiografía, subdistritos fitogeográficos (Soriano, 1956) y mapas de vegetación existentes (Bertiller *et al*, 1981) se confeccionó una estratificación preliminar delimitando los ambientes presentes en el área de los yacimientos, a saber:

- Altiplanicie de meseta
- Cañadones
- Laderas
- Fondo de valles
- Badlands
- Aflojamientos basálticos

Una vez diferenciados estos ambientes se procedió a segmentar las imágenes de índices de vegetación NDVI. De esta forma, a través de una combinación de técnicas “digitales – visuales” se obtuvo una imagen conteniendo los primeros sitios con gran posibilidad de corresponder a mallines.

Asimismo, con el objeto de lograr un análisis que incluyera el entorno real y el contexto general, se interpretó directa y visualmente las imágenes de todas las fechas con distintos realces y distintas combinaciones de bandas, pero siempre incluyendo la banda ETM 4 ponderada por el NDVI para evitar confusiones con los cambios mineralógicos del terreno. Esta última característica debe tomarse siempre en cuenta en zonas como la Patagonia donde la cobertura vegetal del suelo generalmente es muy inferior al 50%. De esta forma se obtuvo una segunda imagen conteniendo posibles mallines provenientes a través de un método muy poco correlacionado con el anterior.

Seguidamente, se realizó una Clasificación No Supervisada con el objeto de extraer digitalmente todos los mallines. Esta tercera imagen de posibles mallines fue añadida a las anteriores para ser analizadas en su conjunto mediante técnicas GIS. Fue a través de este análisis que se extrajeron los lugares con mayor posibilidad de corresponder a mallines. La figura 6 ilustra una zona de mallines y los distintos productos intermedios utilizados.

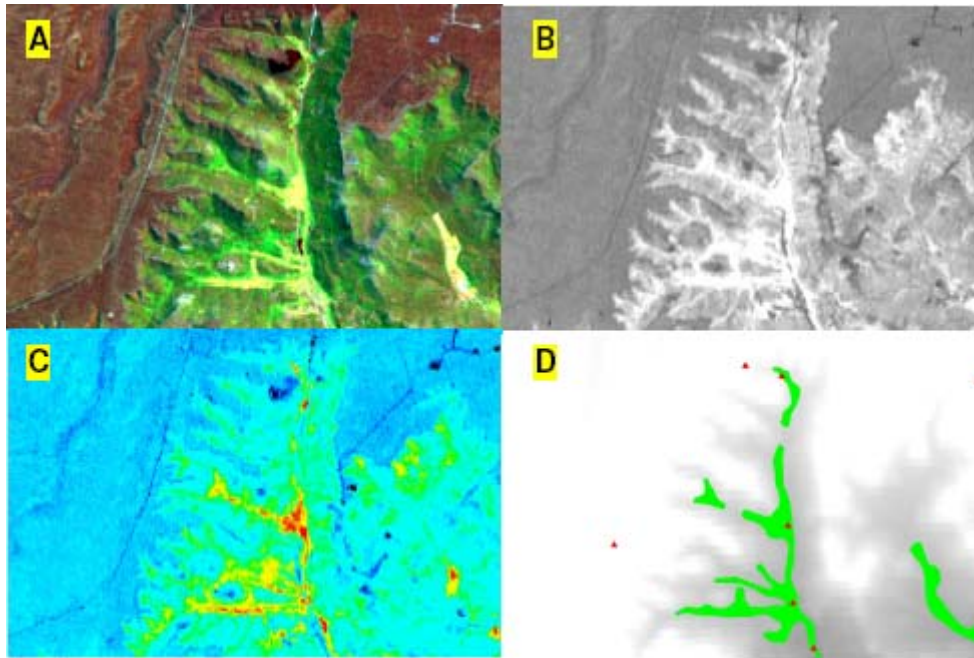


Fig. 6

Con los resultados obtenidos se definieron, mediante muestreo estratificado, los sitios de visita a campo y se planificaron y programaron las rutas y otras tareas de campo. Cabe aclarar que la planificación de los sitios de campo se llevó a cabo tomando en consideración no solo a los mallines, sino también los sitios a visitar para caracterizar las unidades del mapa de Grandes Unidades de Vegetación.

4.2.6 Labores de campo

Los objetivos de esta tarea fueron, en primer lugar, verificar la bondad de la predicción hecha en laboratorio donde se encontraban los mallines, y en segundo término, observar cuales variables se debían ajustar para mejorar la interpretación final de los mismos. En este sentido se observó que el modelo y el método empleados resultaron consistentes para la detección y mapeo de los mallines.

Las observaciones “in situ” fueron aprovechadas también para determinar si los mallines visitados eran naturales o de origen antrópico y para estimar si los mismos eran dulces o salinos.

Un total de 184 sitios fueron visitados y relevados. De este total, 52 puntos pertenecieron a observaciones de mallines y el resto (132 sitios) se destinaron para caracterizar la vegetación. En cada uno de los sitios se consideró no solo la presencia o no de un mallín, sino que también se aprovechó para documentar las características del mismo, como por ejemplo: extensión, ancho, estado, flora, actividades antrópicas, presencia de sales o vegetación halófila. También se tomaron fotografías de los rasgos relevantes.

Con todos los datos relevados a campo, es decir las observaciones y fotografías color, se confeccionaron monografías donde además constan las coordenadas de cada observación (en coordenadas geográficas y planas).

5. Relevamientos de las grandes unidades de vegetación

5.1 Introducción

Simultáneamente con el relevamiento de mallines, la empresa consultora llevó a cabo un relevamiento destinado a obtener un mapa de Grandes Unidades de Vegetación, a un nivel de detalle de 1:100.000, de la misma área de trabajo.

Ambas áreas tienen en común el aspecto de desierto a semidesierto de sus paisajes, y también comparten la Estepa como tipo preponderante de vegetación. No obstante, factores locales como el suelo, la exposición y la ubicación, generan puntualmente condiciones de exceso de agua, como en el caso de los mallines, o de los verdaderos desiertos como la zona de badlands. En medio de estos extremos existe una vasta gama de posibilidades intermedias, como la estepa arbustiva, estepa subarbustiva, estepa gravinosa, matorrales abiertos y matorrales cerrados. De este modo, existe una riqueza de ambientes que muchas veces es sutil para el observador corriente, pero que demuestra la variabilidad y adaptabilidad de la vegetación patagónica.

En el pasado, Soriano (1941,1956) cita las comunidades típicas de estos subdistritos y las relaciona con variables de paisaje; Soriano *et al* (1976, 1978) aborda la ecología del coirón amargo y las estrategias adaptativas del género *Stipa*. Bertiller *et al* (1981) basándose en censos de población y fotografías aéreas, generaron un mapa de vegetación del sur de los departamentos de Sarmiento y Escalante de la provincia de Chubut. Marcolín *et al* (1977) hizo un relevamiento integrado de geología, geomorfología, suelos y vegetación en distintas áreas de la Patagonia. También existen publicaciones en Internet, destacándose un trabajo de Haloua (1997) sobre las especies encontradas en el Yacimiento El Huemul – Koluel Kaike.

Toda esta información fue recopilada y georreferenciada para su integración en la base de datos GIS

El relevamiento fue realizado a partir de imágenes satelitales Landsat 7 ETM de distintas fecha y mediante trabajos de campo con el objeto de observar, recopilar y documentar la realidad actual de las comunidades vegetales de los yacimientos, y obtener de esa forma, no solo la distribución geográfica de las especies presentes en el área, sino “entender” el comportamiento de las comunidades vegetales, sus asociaciones, competencia y relación con los ambientes, a veces antrópicos.

5.2 Metodología

5.2.1 Interpretación preliminar

Algunos procedimientos metodológicos efectuados para el estudio de mallines fueron también utilizados como base para el estudio de las Grandes Unidades de Vegetación.

La utilización conjunta de las imágenes Landsat con el modelo digital de elevación (DEM) facilitó la digitalización de los límites de unidades y las mediciones de distancias y de alturas de cada punto. Además se generaron vistas en 3D para obtener una visión “normal”, simulando un vuelo en helicóptero o simulando estar parados en algún punto panorámico del terreno.

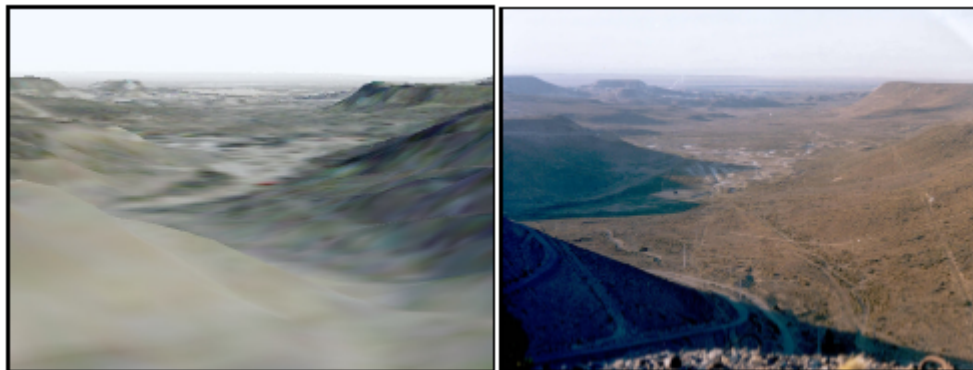


Fig. 7. Vista virtual de la entrada al Cañadón Grande y su correspondiente foto real tomada a campo

En algunos casos especiales donde se presentaron algunas dudas en la interpretación utilizando las bandas reflectivas, se optó por utilizar las bandas del infrarrojo térmico, tomando la precaución de analizarla en paralelo con las imágenes reflectivas. De esta manera, se pudieron detectar cambios de suelo, indirectamente a través de su contenido hídrico, factor que influye directamente en la emisión de radiación infrarroja.

El resultado de esta etapa de trabajo fue la obtención de un mapa preliminar de Grandes Unidades de Vegetación que constituyó la base para el diseño de muestreo a campo y la planificación y programación de itinerarios y sitios de observación. Una vez realizadas las tareas de campo, se volvió a interpretar las imágenes con la nueva información, obteniéndose el mapa final de Grandes Unidades de Vegetación.

5.2.2 Labores de campo

En este caso se recolectó información de especies, comunidades, características del paisaje y ambiente, estado, cobertura vegetal, actividades antrópicas, exposición, homogeneidad de la cobertura vegetal, asociaciones de tipo de vegetación, pastoreo, etc. Se tomaron fotos de casi todos los puntos de muestreo; en algunos casos se recogieron ejemplares de algunas especies que no pudieron ser identificadas a campo, para su posterior identificación.

En cuanto a las especies, la descripción del sitio se basó en la observación directa a campo y en las especies más representativas de cada Unidad, es decir, las especies patrones y sus acompañantes más frecuentes. También fueron muy tenidos en cuenta los patrones y sus acompañantes más frecuentes. También fueron muy tenidos en cuenta los patrones de distribución; por ej: la presencia o frecuencia de mataguanaco puede ser la misma en dos unidades, pero en una de ellas se presenta en pequeños bosquecillos aislados y en la otra distribuida regularmente. Esta situación indica diferentes ambientes (tipo de suelos, topografía, etc.) que modelen rasgos de vegetación distintos, aunque las especies sean las mismas en ambas unidades. Este caso se ilustra en la figura 19 donde la unidad G representa a la población de la especie x agrupada en matorrales dispersos

entre sí. Por otro lado, en la unidad F, los individuos de la misma especie se encuentran dispersos pero a intervalos más o menos regulares.

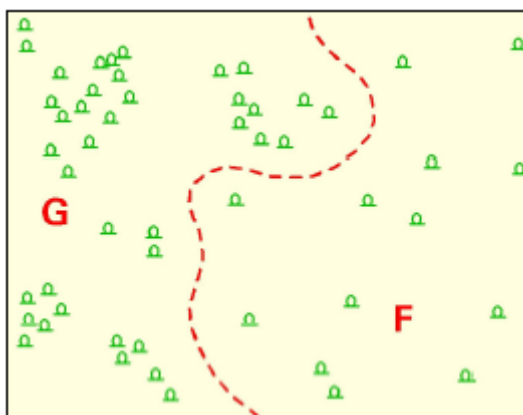


Fig. 8. Distribuciones espaciales diferentes para una misma especie vegetal

Por otra parte, es conocida la estrecha relación geomorfología – suelo – vegetación, ya que los factores que condicionan a una de ellas, terminan condicionando a las restantes, directa o indirectamente. Sin embargo, no debe dejarse pasar por alto que mientras las geoformas pertenecen al mundo mineral, la vegetación tiene vida, y por lo tanto, los ecosistemas son muchos más complejos y la adaptación, la selección, la exposición, factores locales, el estado serial en el cual se encuentra una parte del terreno y también el azar, logran que un mapa geomorfológico no se corresponda automáticamente con el de vegetación. Los incendios, inundaciones, remoción en masa, plagas, actividades humanas, fauna silvestre, etc., adicionan otras variables que hacen aún más complejo el cuadro de distribución definitivo de las comunidades y especies vegetales, y por ende, el mapa de unidades de vegetación.

La figura 10 muestra un caso típico donde la vegetación y geomorfología van de la mano. La unidad de vegetación D1 que se corresponde con estepa subarborescente de *Nassauvia* sp. Se encuentra en las altiplanicies de mesetas sedimentarias de altura media, y la unidad B0, compuesta por un complejo de matorrales y estepas arbustivas, está ubicada en los amplios cañadones que se encuentran en los flancos.



Fig.9. Meseta y Cañadón

Contrariamente, al oeste de Meseta 14 ocurre lo siguiente. El matorral abierto de mataguanaco de la unidad A2, no respeta la topografía y avanza sobre la altiplanicie donde la vegetación climática es la estepa graminosa correspondiente a la Gran Unidad de Vegetación B1.

Las observaciones en campo demostraron que esta “trasgresión” se debe a la gran deposición de arena que se verifica en algunos sectores del lado oeste de la meseta (debido a los vientos del oeste) y que el mataguanaco que “gusta” de la arena, desplaza frente a otras especies, al punto de generar matorrales casi puros en algunos sectores. No obstante, los matorrales de mataguanaco conviven en esta unidad con ambas festucas y el neneo, especies típicas de las mesetas.

A través de lo expresado, para este tipo de relevamiento de unidades de vegetación resulta de vital importancia realizar un intenso trabajo digital previo con las imágenes y contar con una consistente verdad de campo, con sitios de muestreo previa y minuciosamente planificados.

En el Anexo I se sintetizan las características principales de cada una de las unidades.

6. Conclusiones

Los resultados alcanzados en esta etapa de trabajo pueden sintetizarse como sigue:

- Se detectaron y cartografiaron en un shapefile un total de 129 mallines; 94 de ellos se ubican en el área norte y 35 en el área sur
- La superficie total de los mallines del área norte es de 6.350 ha, y la del área sur es de sólo 466 has. El área norte con la totalidad de sus yacimientos tiene una extensión de 348.000 ha, en tanto el área sur tiene 35.000 ha. Tomando en consideración la cantidad de mallines presentes en cada área con relación a la superficie de las mismas, se observa que el área sur (cuya superficie es la décima parte del área norte), posee en relación tres veces más mallines que el área norte.
- Como contrapartida, los mallines del norte son más extensos. Las seis mallines más extensos se hallan en esta zona, asociados a los valles de ríos y grandes cañadones que permiten la formación de los mismos en sus fondos.
- El tipo de mallines más característicos tanto del área norte como del área sur son los mallines “colgados”. Su presencia es importante por la cantidad de aflojamientos de agua en laderas que luego suelen extenderse siguiendo pequeños cursos de agua.
- Los trabajos de campo permitieron comprobar que durante los últimos años existió una gran actividad cólica y que la sedimentación de arena parece jugar un papel muy importante en el presente. Es probable que debido a procesos de desertización o desertización, algunas comunidades vegetales como las psamófitas sigan invadiendo zonas donde antes no se las encontraba.
- A través de los trabajos de campo se observó también un cambio en las poblaciones vegetales a sotavento de las instalaciones y caminos, resultantes de la deposición de materiales volados por la actividad antrópica.

7 Referencias Bibliográficas

- Estudios de Mallines y Grandes Unidades de Vegetación por Aeroterra. Ing. Adrián Benitez
- Bertiller, M.B, A.M.Beeskow y M. del P. Irisarri, 1981. Caracteres fisonómicos y florísticos de la Provincia de la Provincia del Chubut. 1. Sierra San Bernardo, la llanura y valle aluvial del río Senguerr, la Pampa de María Santísima, el Valle Hermoso y la Pampa del Castillo. Contribución N° 40, Centro Nacional Patagónico, 1-20 p
- Bertiller, M.B, A.M Beeskow y M. del P. Irisarri, 1981. Caracteres florísticos y fisonómicos de la vegetación del Chubut. 2. Península Valdés e Istmo F. Ameghino. Contribución N° 41, Centro Nacional Patagónico, 1-20 p.
- Bertiller, M.B, A.M. Beeskow y M.del P. Irisarri, 1977. Caracteres florísticos y fisonómicos de las unidades de vegetación del Chubut. IDIA, 35: 247-296
- Cabrera.A.L, 1953. esquema fitogeográfico de la República Argentina. Rev. Del Museo Eva Perón, 8:87-168
- Cabrera.A.L, 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería.
- Coronato, F.R y H.F del Valle, 1988. Caracterización hídrica de las cuencas hidrográficas de la Provincia del Chubut. Centro Nacional Patagónico-CONICET, 190p. Puerto Madryn
- Del Valle, HF, 1993 Mallines de ambiente árido: pradera salina y estepa arbustivograminosa en el NO del Chubut. En: Secuencias de deterioro en distintos ambientes patagónicos: su caracterización mediante el modelo de estados y transiciones. Paruelo, J.M
- Schlichter y F.R Coronato (edits). Convenio Argentino Alemán, Cooperación técnica INTA-GTZ (Ludepa – SME), 31-39
- Bertiller, M.B, A.M. Beeskow y F. Coronato, 1991. Seasonal environmental variation and plant phenology in arid Patagonia (Argentina). Journal of Arid. Environments, 21: 1-11
- Coronato, F y MB Bertiller, 1996. Precipitation and landscape related effects on soil moisture in semiarid Patagonia. Journal of Arid Environments, 34:1-9
- Del Valle, H.F, 1999. Spatial pattern análisis in the arid and semiarid regions of Patagonia: Land degradation structure. Selper Internacional, 98:119
- ESRI, 2004. ArcGIS 9: Using ArcMap Manual. Redlands, California, EUA
- ESRI, 2004. ArcGIS 9: Using ArcCatalogue manual. Redlands, California, EUA
- Haloua 1997 (Internet) Koluel Kaike
- Mazzoni et al. 2002 Pág. 70
- Mazzoni y Vázquez, 2003
- Marcolin, Sourrouille, Latour, 1977. Relevamiento integrado de geología, geomorfología, suelos, vegetación en distintas áreas de Patagonia. Informes de progsros en planes de trabajo y labores complementarias. Tomo 1, parte A (1976-1977)
- Movia, 1987. Clasificación de Mallines
- Movia, C.P, Soriano, A, Leon, R.J.C, 1988. Vegetación de la cuenca del Río Santa Cruz (Prov. De santa Cruz, Argentina). Darwiniana 28 (1-4):9-78
- Soriano, A, Movia, C.P, Leon R.J.C, 1983. Vegetación I: Deserts and semi-deserts of Patagonia. In: N.E West (ed.) Temperate deserts and semi-deserts of

the world, Vol. 5 of Ecosystems of the world (ed. In chief: D.W. Goodall), 440-454 pp. Elsevier Publ.Co. Amsterdam-Oxford – New York

- Soriano A, 1949. El límite entre las provincias botánicas patagónica y central en el territorio del Chubut, Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación, Publicación Técnica N° 47,20:193-202
- Soriano et al.,1976, 1978. Pág. 23

Curriculum Vitae

Elena L. Vicente

Ingeniera Química, 1988 -Universidad Tecnológica, Facultad Regional Córdoba
Ingeniera Laboral 1991- Universidad Tecnológica, Facultad Regional Córdoba.
Especialización en Derecho Ambiental 2003 – Universidad Católica Argentina

Desde el año 1992 me desempeño en la actividad petrolera en el sector Salud, Seguridad y Ambiente en Amoco Argentina Oil Company y Pan American Energy.

Desde el año 1992 hasta el 2002, en la Unidad de Gestión Golfo San Jorge y desde el 2002 a la fecha en Buenos Aires como Asesor Senior en Ambiente.

Cecilia Abbate

Licenciada en Ciencias Ambientales – Universidad del Salvador
Especialización en Ingeniería de Reservorios – Universidad de Buenos Aires

Desde 1994 a 1998 trabajé en el sector Ingeniería de Bidas SAPIC. Luego a partir de 1998 hasta 2003 continué trabajando para el sector Desarrollo de Reservas de Petróleo de Pan American Energy LLC.

Desde Julio 2003 a la fecha me desempeño en el sector Salud, Seguridad y Ambiente de Pan American Energy, en Buenos Aires, como Consultor Semi-Senior de Ambiente.