

GEOMORFOLOGIA (CONTROL DE MEDANOS)

Area: FIAMBALA

(Provincia de Catamarca)



PROYECTO NOA HIDRICO  
SEGUNDA FASE

X. 12  
CATAMARCA

Realizado por: Víctor Omar Viera  
Lic.en Ciencias Geológicas

Participación en Aspectos Agronómicos:

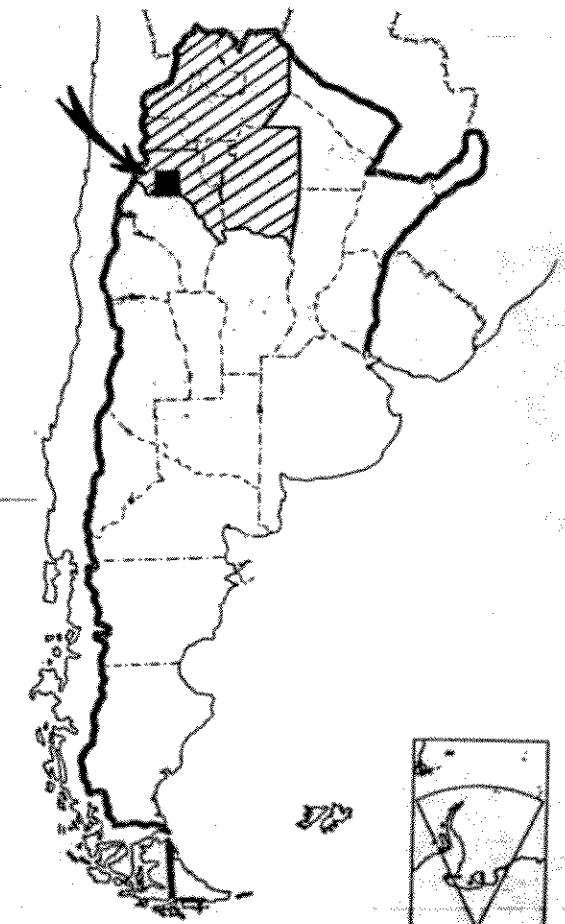
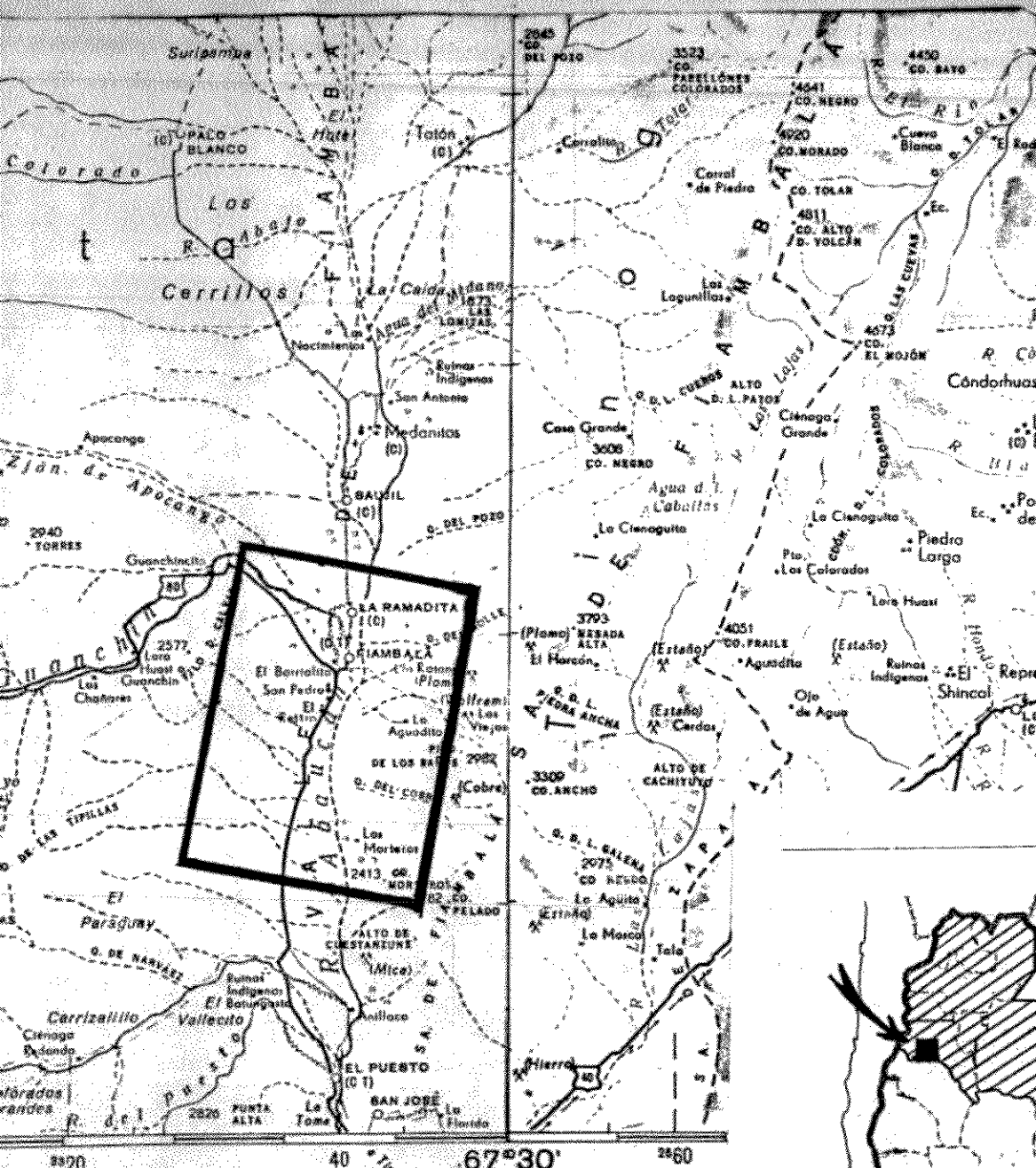
Salomón Lafi  
Ingeniero Agrónomo  
(Jefatura de Estudios y Proyectos de  
Riego y Drenaje de A. y E.E.)

## I N D I C E

	<u>Pág. N°</u>
1. - Introducción .....	1
1.1 - Clima .....	1
1.2 - Antecedentes .....	4
2. - Descripción del mapa geomorfológico .....	6
2.1 - Generalidades .....	6
2.2 - Afloramientos rocosos - Area montañosa .....	7
2.3 - Abanicos aluviales - Piedemontes .....	7
2.4 - Derrames recientes .....	8
2.5 - Derrames limo arcillosos .....	8
2.6 - Abanicos aluviales con arenas eólicas .....	8
2.7 - Playa .....	9
2.8 - Dunas fijas .....	10
2.9 - Arbustal .....	11
2.10 - Areas de deflación .....	12
3. - Incidencia del proceso eólico en el área produc <u>tiva</u> .....	12
3.1 - Parcelas abandonadas .....	13
3.2 - Médanos móviles del área crítica .....	14
3.2.1 - Area afectada y característica de los médanos ..	14
3.2.2 - Movilidad de las dunas .....	15
3.3 - Procedencia de los médanos .....	17
4. - Dinámica de las arenas .....	17
5. - Medidas de control .....	18
6. - Conclusiones .....	23
7. - Recomendaciones .....	27

### ANEXO 1

- a) Análisis granulométrico.
- b) Identificación de las muestras.
- c) Granometría de arenas.



EDICIÓN JULIO 1984 (2000) Firm. LA PROPIEDAD LEY 11.723

MAPA N° 1



## 1. Introducción

La colonia agrícola de Fiambalá se asemeja a un oasis enclavado en el centro-sur del bolsón homónimo. Esa gran depresión denominada "Valle de Fiambalá" no es exactamente un valle en el sentido genético del término, ya que no fue originado solamente por el proceso erosivo fluvial, sino que está estrechamente vinculado a fallas geológicas que le imprimen una configuración de fosa tectónica. Tiene una superficie de 1.200 km<sup>2</sup>., su longitud es de 90 km y mide 35 km en su parte más ancha. El desahúe superficial y subterráneo del bolsón se produce a través de la angostura sur, denominada "La Toma" (Mapa N°1).

### 1.1 Clima

Los registros climáticos de Fiambalá son de corta data. En 1977 se instaló una estación meteorológica dependiente de la Dirección de Agricultura y Ganadería y de la Dirección de Obras Hídricas; sin embargo su ubicación no fue adecuada y el valor de los parámetros obtenidos no representan las características climáticas de la zona. En Septiembre de 1981 fue trasladada a su ubicación actual y los datos pueden considerarse confiables.

De Tinogasta se cuenta con registros meteorológicos desde 1941, sin embargo las particulares condiciones orográficas de la zona no permiten extrapolar estos valores a Fiambalá. También se cuenta desde 1974 con datos de Saujil y de Medanitos, las que por su proximidad a Fiambalá y similar situación dentro del bolsón, pueden ser tenidos en cuenta para una evaluación general del clima de la zona de Fiambalá.

#### - Precipitación

Los registros de la estación meteorológica de Fiambalá indican los siguientes valores:

. Sep/81 .....	0 mm
. Oct/81 .....	1 mm

. Nov/81 .....	4,5 mm
. Dic/81 .....	0 mm
. Ene/82 .....	1 mm
. Feb/82 .....	1 mm

Se agregan para mayor información los registros de Saujil y Medanitos ubicados al norte de Fiambalá a una distancia de 12 km y 18 km respectivamente.

Saujil

- 1974 .....	86 mm
- 1975 .....	108 mm
- 1976 .....	205 mm
- 1977 .....	101 mm
- 1978 .....	32 mm
- 1979 .....	incompleto
- 1980 .....	195 mm
- 1981 .....	195 mm

Medanitos

- 1974 .....	14 mm
- 1975 .....	68 mm
- 1976 .....	42,5 mm
- 1977 .....	incompleto
- 1978 .....	incompleto
- 1979 .....	incompleto
- 1980 .....	incompleto
- 1981 .....	incompleto

Los datos consignados no tienen valor estadístico pero indican que las precipitaciones son muy pobres y sugieren que la media anual es inferior a los 200 mm.

- Temperatura

Los datos procedentes de la estación meteorológica de Fiambalá permiten obtener los parámetros que se consignan a continuación, con la salvedad que el corto período considerado (1978-1981) le reste valor estadístico y que existan reservas sobre la representatividad de los datos.

PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
78-81	23,6	23,1	21,9	17,4	15,4	10,9	12,2	13,3	13,3	19	22,1	22,8

La amplitud térmica anual es de 17,25°C, la temperatura media del mes más frío es de 10,9°C y del mes más cálido de 23,6°C.

La fecha media de primeras heladas es el 9 de Junio y la fecha media de las últimas heladas es el 7 de Setiembre.

El período libre de heladas es de 275 días, situación que permite la explotación de cultivos con un amplio margen de seguridad.

- Vientos

Desafortunadamente no existen datos confiables sobre el comportamiento del viento en el área de Fiambalá. Los datos procedentes de Tinogasta resultan de escaso valor por cuanto se encuentran en una situación fisiográfica distinta y los vientos son muy influenciados por los factores orográficos en cuanto hace a su dirección, frecuencia e intensidad. Los datos verbales recogidos en la zona indican una actividad eólica prácticamente diaria, con especial énfasis en las horas de la tarde; sin embargo adquieren mayor intensidad durante los meses

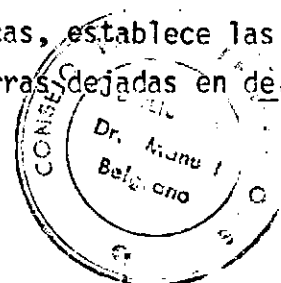
de Agosto y Septiembre. Procede habitualmente del cuadrante S.O., durante el invierno actúa esporádicamente un viento caliente y seco procedente del norte al que llaman zonda.

La deformación de la vegetación, la elongación de los montículos de arena y rasgos de erosión eólica indican en forma inequívoca que la dirección predominante del viento en el extremo sur de Fiambalá, por lo menos de aquel que influye fuertemente en el desplazamiento de los médanos, tiene una procedencia sur 20°- 30° oeste. La intensidad solo puede estimarse en forma muy grosera, según el Dr. Igarzábal (1977) la velocidad media sería de unos 15 a 20 km con vendavales frecuentes de 70 a 90 km/h.

## 1.2 Antecedentes

El Proyecto NOA Hídrico ha elaborado dos informes referidos al problema del desierto en el área de Fiambalá.

En virtud de un Convenio suscripto entre el Proyecto NOA Hídrico y la Universidad Nacional de Salta, el Dr. Igarzábal, Profesor de este último organismo, elaboró en 1977 un informe geomorfológico titulado "La Erosión Eólica en el Valle de Fiambalá". En él describe las características neolónicas y geomorfológicas de la comarca; la acción de erosión y deposición eólicas, establece la procedencia autóctona de la arena de los médanos y destaca el efecto negativo producido por la destrucción de la vegetación debido a la acción humana. Al año siguiente continúan los estudios con la ayuda de un experto de las Naciones Unidas, el Dr. John B. Thornes, del Departamento de Geografía del London School of Economics, quién produce un informe titulado "Médanos del Area Tinogasta-Fiambalá. Informe de la Fase I-Estudio Preliminar y Esquema de Estrategias. Contiene antecedentes generales, apreciación de campo, causas del problema, esquema de estrategias y recomendaciones en la etapa I. Describe varios tipos de médanos y sus características, establece las áreas críticas en Fiambalá y hace referencia a las tierras dejadas en de-



suso, sus causas e incidencia en el agravamiento del problema eólico. Estipula como causas del problema, además del viento y arena disponible, una extensión exagerada de la agricultura, asociada con un volumen decreciente de agua de irrigación y el envejecimiento de la población, produce una contracción del área cultivada y la incursión de la arena. Además de esto, enfatiza la baja eficiencia del riego y la poda extensa del algarrobo acompañado de intenso pastoreo, especialmente en tiempos pasados. Finalmente contempla "la posibilidad de cambios regionales en el clima", por lo cual hay períodos de expansión de la población seguido de una "desertificación" de las tierras. En lo referente a estrategia a seguir manifiesta que "no es evidente que una inversión sustancial de recursos pueden producir un mejoramiento sostenido del bienestar económico de los habitantes o de resolver el problema de las arenas en movimiento" y que "es improbable que la población misma haga cualquier mejora, lo que requeriría un esfuerzo continuo y una inversión financiera por largo tiempo de la provincia y nacional". Puntualiza que "la acción más sencilla sería no hacer nada", pero reconoce el peligro de que ocurra una migración de la aldea y que el "proceso de abandono y la incursión de la arena sea irreversible". Propone una política de "auto ayuda mínima ; el estado y la provincia proveerían ayuda y consejo para mejorar la irrigación y los materiales de cooperativas para la ejecución de medidas remediadoras". "Suministrar incentivo financiero para el reclamo de tierra dentro de zonas predefinidas". El objetivo completo sería el de permitir una contracción de un tamaño adecuado de la colonia, pero mejor dotado y más defendible. Otra alternativa propone un esfuerzo mayor tendiente a mejorar la cantidad y la eficiencia de utilización del agua, la cantidad sería regulada por el hecho de que un agricultor tenga o no el problema de la protección contra los médanos dentro de una zona prescripta, haciéndose esfuerzos para "desanimar la extensión y población de nuevas áreas", excepto aquellas bajo control del proyecto. Se debería realizar por un período de dos años experimentos para tener la máxima posibilidad de éxito de cualquier trabajo remediador para las arenas en movimiento, aunque menciona que aún así no hay forma de asumir que el problema de los médanos puede ser vencido, sin embargo destaca que "con irrigación e inversión financiera hay motivos para ser optimistas".



Como otra alternativa se propone una política final consistente en "ignorar la población existente y considerar si los suministros de agua disponibles puedan ser utilizados para establecer nuevas áreas de cultivo", bien sea para la empresa privada o para ayudar a aquellos aldeanos que han perdido terreno a causa de la arena. Las áreas restringidas más prometedoras parecen ser las del borde norte y nor-occidental de la población. Se reconoce que las nuevas áreas competirán por el agua con la población existente, resultando en un agravamiento de la situación de esta última.

El informe especifica que si se hace el esfuerzo para fijar los médanos será necesario "la instalación de dos anemómetros de registro automático, colocados al norte y al sur de Fiambalá; colocación de una red de tubos de acceso en los médanos para introducir una sonda de neutrón (neutrón probe) para establecer los niveles de humedad; obtener información sobre las especies de hierbas más adecuadas para proveer cubiertas a corto plazo; elaborar la información en forma de mapa sobre la posesión de la tierra, topográfico, sistema de irrigación existente, tenencia de la tierra, caminos de peatones existentes, carreteras y derechos de vías; un nuevo conjunto de fotografías; un conjunto de parcelas experimentales bajo irrigación y con fijativos de suelo tales como Curasol o Terasol; una apreciación de los costos de las obras para conducir a un análisis de tipo costo-beneficio". Estima que podría requerirse un período de hasta dos años para que las alternativas puedan ser estimadas completamente, aún contando con la información antes mencionada.

## 2. Descripción del mapa geomorfológico

### 2.1 Generalidades

El mapa geomorfológico ha sido elaborado por fotointerpretación de fotogramas a escala media aproximada 1:75.000, tomadas por la empresa Spartan Air Services en el año 1968. Los datos fotointerpretados fueron comprobados y ajustados en el terreno, agregándole, además, ciertos hechos culturales inexistentes a la fecha de toma, como son la ruta a Chile y el camino que vincula con los baños termales (15 km).

## 2.2 Afloramientos rocosos - Area montañosa

Como se expresó anteriormente el bolsón de Fiambalá está flaqueado por cordones montañosos; la serranía oriental (Sierra de Fiambalá) ofrece un relieve vicoroso, está constituida por rocas resistentes a la erosión y de carácter mas bien poco permeables, como son los granitos y esquistos migmatíticos y migmatitas (rocas ígneas y metamórficas). Al pié de la serranía, en el paraje La Aquadita, se encuentra un manantial de aguas termales, tiene fácil acceso a través del camino asfaltado que lo une a Fiambalá. Su caudal estimado, en forma lícera, sería de unos 10 l/s con una diferencia de nivel con respecto a Fiambalá del orden de 300 m. Según una comunicación verbal del Ing. Carlos Sosa sería factible utilizar esta fuente para alimentar un equipo de riego por aspersión aplicable a la zona de fijación de médanos, a través de una conducción de 8 km de longitud. Sin embargo, tal desnivel y distancia resultan excesivos y tornan impracticable esa solución. La serranía occidental, constituida en gran parte por el "Filo del Calvario" presenta un aspecto abrunto y escarpado, aunque con pendientes en general más tendidas que las del cordón opuesto. Participan rocas relativamente erodables y en parte friables de origen sedimentario (areniscas y conglomerados).

## 2.3 Abanicos aluviales - Piedemontes

La erosión de ambos cordones montañosos han producido una gran cantidad de material detrítico que se ha acumulado al pié de los escarpes montañosos en forma de abanicos aluviales, el engranamiento lateral de los mismos configura extensos depósitos ondulados, con inclinación regional hacia el interior del bolsón, que se denomina "piedemonte". Como es lógico la parte alta o apical de los abanicos se compone de material grueso, con predominancia de bloques y grava, en tanto que hacia la parte baja o distal se depositan materiales de tamaño cada vez menor, con predominancia de grava mediana-fina y arena. El soplado del viento elimina la fracción superficial fina dejando un remanente de gravilla que constituye el denominado "pavimento de desierto", que ejerce una eficaz protección del suelo (foto N°1) frenando la erosión eólica.

#### 2.4 Derrames recientes

El análisis de las fotografías aéreas permite reconocer, dentro de las unidades mayores de piedemontes, a leguas o fajas caracterizadas por una mayor proporción de material de tamaño pequeño, arena y limo y que representan los acarreos de los flujos de creciente que se vuelcan esporádicamente hacia el interior del bolsón. Los derrames, con importante contenido de arena, son una de las fuentes de alimentación del proceso eólico. El viento toma de los lechos fluviales los granos sueltos y los transporta a los sitios donde origina áreas de médanos.

#### 2.5 Derrames limo arcillosos

Corresponde a las partes terminales de los derrames de crecientes, en terrenos substancialmente planos, donde queda depositada la fracción más fina de los sedimentos transportados. En el terreno se ven como suelos francos o franco-arenosos con abundantes grietas de desecación.

#### 2.6 Abanicos aluviales con arenas eólicas

Los abanicos aluviales, y en un sentido más amplio, el piedemonte que desciende del cordón montañoso oriental, se encuentran en gran parte invadidos por arena transportada por el viento, procedente de la parte central del bolsón.

Esto es consecuencia de la dirección predominante de los vientos fuertes (sudeste) que toma partículas finas de los suelos erodables del interior del bolsón y las deposita en el área pedemontana. Las acumulaciones de arena son de variados tipos, desde un ligero enarenamiento del terreno pedregoso, hasta verdaderas dunas, sin embargo a la latitud de Fiambalá predominan pequeños médanos esporádicos formados al reparo de piedras o matas de vegetación. A la latitud de Medanitos y más al norte aún, las acumulaciones de arena sobre el borde noreste del bolsón toman proporciones colosales y cubren totalmente el tramo pedemontano y una parte importante del flanco montañoso.

## 2.7 Playa

Se ha denominado así a la parte central y sensiblemente plana del bolsón, que queda comprendida entre el piedemonte oriental y el occidental, con un ancho que fluctúa entre los 3 y 4 km. En este terreno se encuentra la colonia de Fiambalá, contiene los suelos aprovechables de la región y es el teatro donde tienen lugar la mayor parte de los procesos eólicos que nos preocupan.

En general los suelos de esta entidad son limo-arenosos y arenas finas-limosas de plasticidad escasa o nula. En partes se encuentra una capa superficial caracterizada por la abundancia de rodados de "pumicitas" (piedra pómez) y cenizas de origen volcánico. Se trata de suelos de muy baja cohesión y pobres en humus.

Genéticamente corresponden a antiguos depósitos fluviales del río Abaucán, actualmente en etapa de profundización de su cauce.

Es en esta zona donde se produce la más intensa erosión de suelos, la escasa cubierta vegetal limitada por las condiciones climáticas y por la extracción antrópica en algunos lugares aledaños a núcleos poblados, no constituye una cubierta de protección eficaz, a excepción de algunos arbustales densos, que como se verá más adelante abarcan áreas muy localizadas.

El viento remueve las partículas del suelo y las transporta en suspensión, saltación y rodamiento, según su tamaño e intensidad del flujo. Gran parte de la arena queda retenida en las inmediaciones, en forma de médanos nequeños, de una altura de algunos decímetros hasta 1 m que se forman por lo común a sotavento de alguna mata, rama o cualquier obstáculo del terreno. Es así como el paisaje típico de la playa se caracteriza por tramos de suelos desnudo alternado por montículos de arena parcialmente retenidos por la escasa vegetación arbustiva (foto N°5). Donde la extracción antrópica ha desnudado el suelo tienen lugar áreas de deflación que son tratadas más adelante.

## 2.8 Dunas fijas

A un par de kilómetros al sur de Fiambalá se encuentra una faja de médanos de orientación noroeste. En realidad no son en la actualidad "dunas", aplicando el sentido geomorfológico del término, en el sentido que no constituyen montículos de arena con una cresta o cumbre bien de finida. Constituyen montículos de arena mediana y gruesa, de forma irre gular, ligeramente alargados en sentido este-oeste, con una altura de hasta 6 m (foto N°2). La Ruta Nacional N°60 atraviesa a la faja de dunas en el km 1.365. Se encuentran cubiertas por gran cantidad de troncos de vegetación arbustiva autóctona muerta, de 40-50 cm de altura, el viento les ha quitado las hojas y ramas más delgadas. Aunque más del 90% de la vegetación ha muerto, las dunas aún se encuentran fijadas por la trama radicular y la cubierta de tallos secos; sin embargo ya se nota en algunos lugares principios de removilización de la arena dado que la acción destructiva del viento no es compensada con la reposición natural de la vegetación. En el informe de J.B.Thornes (1978)-página 17, se menciona la existencia de vegetación muerta y la atribuye a un descenso de nivel estacional del agua subterránea vinculado a un volcán de barro ocurrido en el río Abaucán el 29 de Enero de 1884. Aunque el problema sería ocasionado por el descenso freático, parece más razonable atribuirlo al progreso de zanjas desde el río Abaucán hacia el oeste (mano geomorfológica) las que actuarían como canales de drenaje, contribuyendo a una rápida evacuación de los caudales de creciente que flu ven hacia la faja de dunas y consecuentemente restringiendo el tiempo necesario para la insumisión del agua, la que en épocas pasadas debió almacenarse en las dunas, nutriendo el desarrollo vegetal. Es conocido el efecto almacenador de agua de las dunas, en condiciones de recarga satisfactoria. Parece claro que el desarrollo de las zanjas es relativa mente reciente, al punto que una de las mismas es sensiblemente recta porque ha profundizado sobre el antiguo camino rural. Sin duda han influido considerablemente, en el progreso de estas zanjas, las obras de defensa vial consistentes en terraplenes de tierra con un diseño en plan ta con forma de "V", contruidos con el propósito de producir un encauzamiento de los flujos laminares que descienden por el piedemonte occi-

dental, de manera que el agua pasa por puntos prefijados de la ruta. El escurrimiento concentrado posee energía erosiva suficiente para producir el cárcavamiento y alentar el progreso de las zanjas por erosión retrocedente. De no revertirse la situación, la vegetación muerta que protege a las dunas será finalmente destruida por la acción eólica y una gran cantidad de arena será trasladada progresivamente al área de Fiambalá, donde agravará los problemas existentes.

## 2.9 Arbustal

Un kilómetro al sur de Fiambalá se encuentra una faja de contornos irregulares caracterizada por una cubierta densa de vegetación arbustiva. Se compone esencialmente de "Cachi yuyo", "Suncho", "Jarilla", "Cortadera" y "Jume"; esporádicamente se encuentran ejemplares poco desarrollados de Algarrobo blanco. Al momento de la primera visita al terreno, mediados de Marzo de 1982, gran parte del arbustal se encontraba seco, pero se conservaban algunos "parches" muy verdes de "Jume". En ambos casos la densidad del arbustal impedía circular a campo traviesa sin la ayuda de un machete. Esporádicamente la masa vegetal está interrumpida por espacios de varios m<sup>2</sup> de suelo desnudo, franco arenoso, cubiertos por grietas de desecación. Se practicaron dos perforaciones con pala barreno de 1 m de profundidad, encontrándose señales de humedad a 0,8 y 0,6 m (foto N°3).

El área de arbustal denso, indicada en el mapa, representa suelos particularmente húmedos. Por un lado recibe los flujos de crecientes del río Guanchín, los que inundan periódicamente el terreno y originan después las grietas de desecación. Por otro lado recibe los aportes de aguas subterráneas provenientes del abanico aluvial de la Quebrada de Surinotrero y aledañas y muy probablemente también aguas infiltradas del área de riego.

La faja arbustiva constituye una circunstancia favorable para la defensa de Fiambalá. Los médanos formados por la arena procedentes de la erosión incipiente de las dunas fijas, como así también de las áreas

aledañas, especialmente la parte de los abanicos caracterizados como "derrames limo-arcillosos", encuentran en la faja arbustiva una barrera que traba su avance. El examen de las fotos aéreas y las visitas al campo permitieron verificar la eficacia de las cortinas vegetales.

### 2.10 Áreas de deflación

La principal área de deflación se encuentra al sudeste de Fiambalá, entre las latitudes del cementerio y el extremo más austral de la colonia. La intensiva acción de tala que han llevado a cabo los vecinos ha dejado el suelo desprotegido y en la actualidad se encuentra sometido a condiciones de erosión eólica severa. La decapitación del suelo por el viento se manifiesta ostensiblemente en forma de surcos orientados en dirección noreste; en algunos lugares, donde tocones de algarrobo aún protegen una pequeña fracción de terreno, es dable ver el nivel original del suelo y puede apreciarse que en muchos lugares ha desaparecido una capa de 0,2 a 0,3 m de espesor de suelo (foto N°4). Esporádicamente algunas matas, ramas y relictos de viejas enramadas dan lugar a acumulaciones de montículos de arena.

El material arrancado del suelo en las áreas de deflación es transportado por el viento y se acumula más al norte, donde el flujo eólico encuentra como obstáculos los predios bajo cultivo y las viviendas de Fiambalá.

Entre la faja arbustiva y el extremo sur de la colonia se encuentra otra área de deflación de menor extensión. También la erosión eólica es menos intensiva y presenta una mayor proporción de suelo cubierto por médanos semi-fijos y móviles (foto N°6).

### 3. Incidencia del proceso eólico en el área productiva

La acción eólica produce dos efectos negativos que restringen progresivamente el área agrícola de Fiambalá; por un lado la acumulación de médanos móviles que ahogan las parcelas en explotación y a las viviendas, y que re-

presenta el aspecto más notorio y alarmante del problema; por otro lado la acción erosiva y destructiva de suelos que otrora fueron productivos, en las denominadas áreas de deflación.

### 3.1 Parcelas abandonadas

En el sur y principalmente al sudeste de Fiambalá se encuentran en la actualidad rastros de antiguas parcelas abandonadas indicativas de que en una época fueron terrenos productivos.

En las fotos aéreas se distinguen vagamente las formas geométricas de los antiguos límites entre parcelas, calles y también ruinas semidestruidas de casas; en el terreno se encuentran aún restos de ramadas, cañizos e inclusive relictos de melgas de viejos cultivos.

El área abandonada representa unas 550 ha, es decir un 35% del total del área agrícola actual.

El abandono total de los terrenos obedeció a las crecientes dificultades para el riego, motivado en la profundización del cauce del río Abaucán y los consiguientes problemas en las tomas de los canales que quedaron elevados y por lo tanto inaptos para derivar. Primero quedó sin riego la totalidad de la margen izquierda del río Abaucán y luego también parte de la margen derecha. Asimismo el avance de los médanos desde el sur fueron sepultando las parcelas progresivamente. Según referencias verbales de algunos vecinos, el abandono de la margen izquierda del río tuvo lugar a principios del siglo y estaba destinada al cultivo principalmente de trigo; es dable suponer que la destrucción de la vegetación natural para la siembra de cereales haya sido el factor desencadenante del proceso erosivo, el que con el correr de los años alcanzó su actual magnitud.

Los propietarios damnificados vendieron sus derechos de agua a otros agricultores mejor ubicados, abandonando las parcelas con dificultades.



Concretamente se interpreta que el proceso habría sido el siguiente:

- . El río Abaucán se profundizaba cada vez más y creaba problemas para la carga de los canales, siendo posible derivar cada vez menores caudales. Habiendo poca agua se aplicaba la "Ley de la Selva" y regaban solamente aquellas fincas ubicadas cerca de la toma. Por lo tanto el agua no llenaba al final del canal, o lo hacía con poco caudal y con intervalos demasiado largos, sobre todo en el estiaje (cosa que todavía sucede, ya que según comentarios locales los turnos en el sur son más espaciados que cerca de la toma).
- . La construcción de nuevas tomas más altas (más al norte), hacía que se incorporaran de hecho mayores superficies al sistema, con lo que se agravaba la situación de los del sur.
- . Si a eso se suma la presión de los médanos y el efecto de la arena avasallando los cultivos, se dieron motivos más que suficientes para vender los derechos de riego a parcelas mejor ubicadas y abandonar las mismas.

### 3.2 Médanos móviles del área crítica

#### 3.2.1 Área afectada y característica de los médanos

La zona afectada por la acumulación de arena comprende principalmente el borde sudeste, el extremo sur y en menor grado el borde sudoeste de Fiambalá, como se indica en el mapa geomorfológico. Como se mencionó en el tema "clima", la dirección del viento, que produce una movilización importante de arena, tiene una dirección suroeste (200 a 210°).

El extremo sur de la colonia está invadido por un campo de médanos, que no presenta acumulaciones de arena muy altas, solo excepcionalmente exceden los 2 m, sin embargo afectan una importante superficie de terreno (foto N°7).

Las más importantes acumulaciones de arena se encuentran en el sudeste de la colonia, allí se han formado verdaderas dunas (foto N°8) de 3 a 5 m de alto y gran extensión areal. Comparando la situación actual con la registrada en fotos aéreas de escala 1:7.500 (1968) se puede apreciar que el volumen general de arena se ha incrementado varias veces. Esto es razonable debido a la extensión del área de deflación que se encuentra inmediatamente al sur de este lugar.

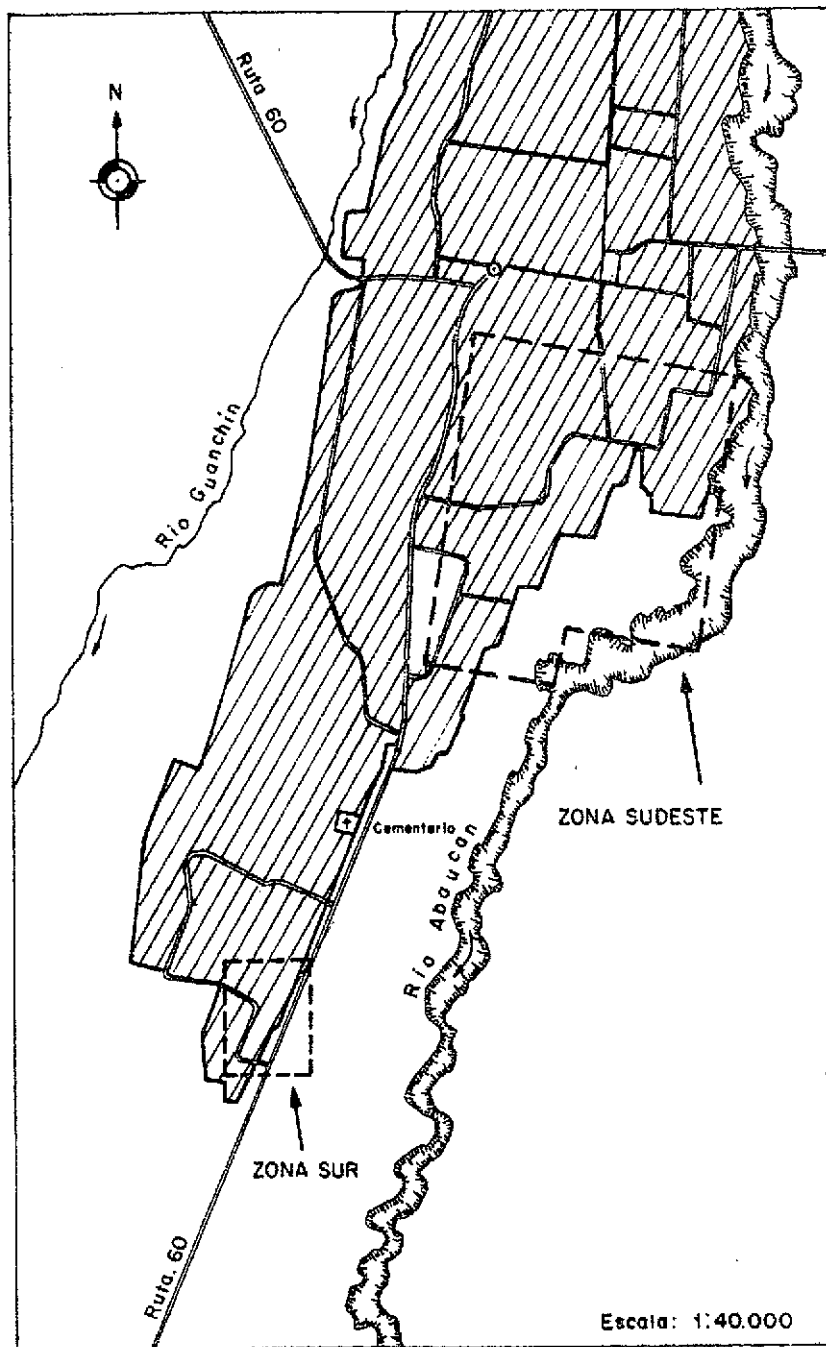
El borde sudoeste de la colonia es la menos afectada por los médanos, que no forman una faja continua, sino más bien montículos aislados que atacan algunas parcelas muy desprotegidas. Aquí también es notorio el abandono de una faja de parcelas que suman unas 56 ha; los motivos que impulsaron a sus propietarios a desprenderse de los mismos radica en dificultades de riego, avance de médanos y crecientes del río Guanchín.

### 3.2.2 Movilidad de las dunas

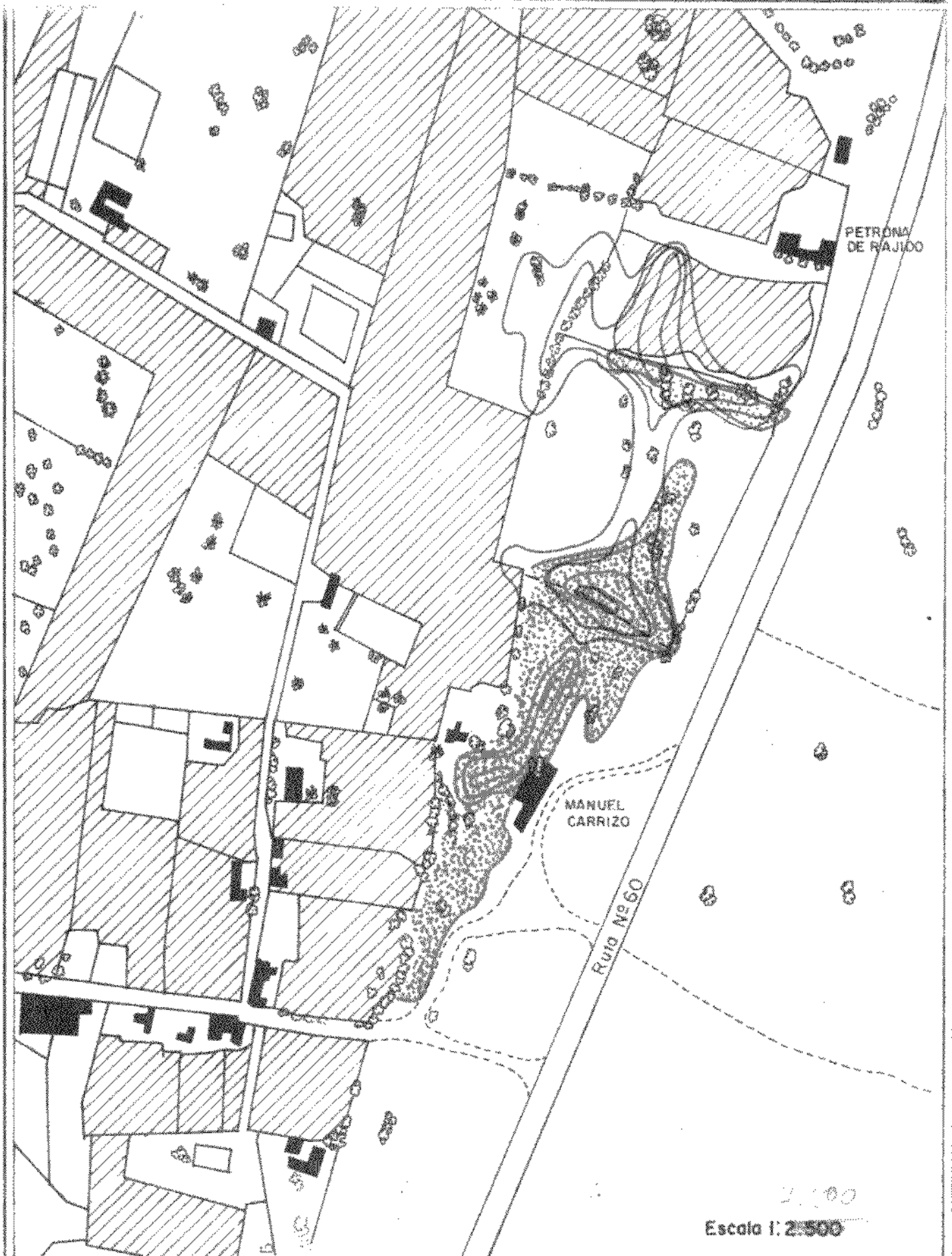
El mecanismo de traslación de una duna consiste básicamente en la erosión de la cara que mira al viento (barlovento) y el traslado de esa arena hacia la parte posterior, donde se producen turbulencias y pérdida de capacidad de arrastre por parte del viento, de esa forma se depositan los granos de arena en la pendiente de sotavento más pronunciada, la anterior normalmente corresponde al ángulo de equilibrio del material (foto N°8). La velocidad de traslación no es una constante para distintas partes de la misma área, dado que está influida por diversos factores como ser: la velocidad del viento, grado de humedad del suelo, tamaño de la arena, cantidad de arena, irregularidades y obstáculos naturales y artificiales, tipo y densidad de vegetación, varios de los cuales están relacionados entre sí.

Se analizan a continuación dos lugares de observación:

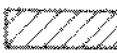



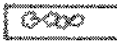

- Zona sur (mapa N°2) : En las fotografías aéreas de escala aproximada 1:7.500 tomadas en Agosto de 1968 se puede observar la presencia de una duna de 100 m de largo y 4 m de altura ubicada de-

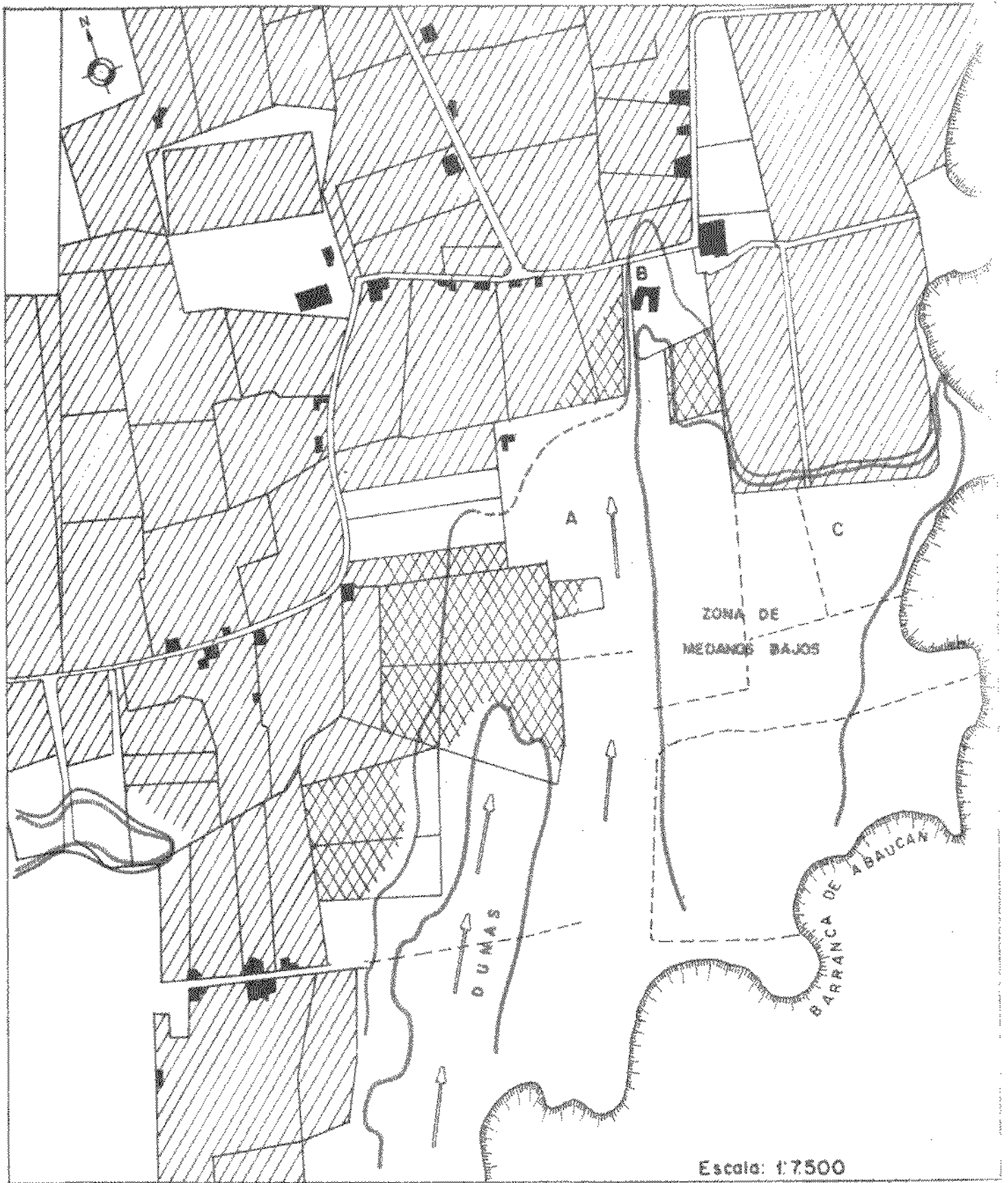


UBICACION DE LOS GRAFICOS DE AVANCE DE MEDANOS EN FIAMBALA




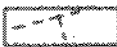

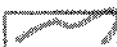

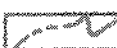
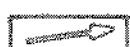

ZONA SUR

- |   |                    |  |  |
|---|--------------------|--|--|
|  | VID (1968)         |  | DUNAS CON CURVAS DE FORMAS-AGOSTO 1968 |
|  | EDIFICIOS          |  | DUNAS CON CURVAS DE FORMAS-MARZO 1982  |
|  | ARBOLES Y ARBUSTOS |  | VALLA                                  |



Escala: 1:7500

ZONA SUDESTE

- |   |   |  |                                     |
|---|---|--|-------------------------------------|
|  | CULTIVOS (Agosto 1968)  |  | VESTIGIOS DE ANTIGUAS PARCELAS      |
|  | AREAS DE CULTIVO (vid.) DESTRUIDAS POR EL AVANCE DE LOS MEDANOS (1968-82) |  | FRENTE DE MEDANOS EN AGOSTO DE 1968 |
|  | EDIFICIOS   |  | FRENTE DE MEDANOS EN MARZO DE 1982  |
|  | DIRECCIONES DE MÁXIMA ACCIÓN EOLICA                                       |  |                                     |

trás de la casa del Sr. Manuel Carrizo, como asimismo la toma de arena retenida por la valla de unos 8 m de altura, que se encuentra al norte de la vivienda. La visita efectuada en marzo de 1982 permitió comprobar que la duna había desaparecido de su anterior emplazamiento, sin intervención humana, quedando como indicio de su presencia unos árboles defoliados hasta los 4 m y el testimonio del morador de la vivienda. La valla continúa reteniendo una loma de arena de volumen aproximado equivalente al visible en el fotograma, pero se observa una larga acumulación de arena que se ha extendido hasta la propiedad de la Sra. Elena Petrona de Rajido, afectando plantaciones de vid (foto N°9). El volumen de arena vinculado a la valle se mantiene aproximadamente constante porque representa la capacidad de retención de la misma.

En el gráfico se puede apreciar que el frente de la duna de Carrizo, más un aporte de arena adicional, se trasladó 200 m en 13 años y medio, lo que representa una velocidad media de avance para la misma de 15,4 m por año.

- Zona sudeste (mapa N°3): Se observa aquí un panorama más amplio y más complejo donde se puede apreciar la variación de velocidades de avance del frente de dunas.

El mayor progreso ocurre en "A", aquí se nota la influencia de la falta de obstáculos, vegetación y vallas, lo que estimula la formación de una faja de máxima velocidad superficial del viento, que se manifiesta por cordones y surcos en la superficie de las dunas (foto N°10). También ha influido notablemente un generoso aporte de arena desde la gran área de deflación ubicada al sur. El avance del frente de dunas en el punto "A" es de 350 m en 13 años, que representa una velocidad promedio de 26 m por año. En "B" es notorio el avance logrado por la arena aprovechando una vieja calle orientada en la dirección del viento.

En "C" es notoria la acción de contención ejercida por una valla que defiende los predios de vides, que si bien no es técnicamente óptima (está colocada en el límite a defender en lugar de ganar

terreno sobre el frente amenazado) ha sido conservada y elevada periódicamente con ejemplar tenacidad. El avance del médano en este punto es prácticamente nulo. También debe considerarse que el aporte de nuevas arenas es menor en este sitio.

### 3.3 Procedencia de los médanos

El Dr. A. Icarzábal (1977) establece acertadamente que "la fuente de abastecimiento de la arena es local y por ende que su movilidad fue escasa", sustenta esta aseveración en los siguientes criterios:

Selección granulométrica: las arenas alóctonas se caracterizan por una moda definida del orden de 0,15 a 0,20 m de diámetro y ese no es el caso de los médanos de Fiambalá que poseen una marcada variedad granulométrica, como se evidencia de las tablas de análisis granulométrico (Anexo N°1) elaboradas por ese autor.

Minerales constituyentes: las arenas alóctonas deben estar constituidas por minerales duros, en tanto que las arenas de Fiambalá contienen un marcado porcentaje de feldespatos, mica y pumicita.

Las fotografías aéreas muestran un panorama claro de las fuentes de procedencia de la arena que son, en primer lugar, los terrenos sometidos a deflación y removilización de arena de médanos activos y semifijos (fotos 4, 5 y 6) y subordinados en importancia los aportes procedentes de los derrames recientes y derrames limo arcillosos.

A una escala más regional es ilustrativo el análisis de imágenes Landsat que muestran el transporte de arena desde el tramo de playa comprendido entre Fiambalá y Medanitos, hasta su destino final en el borde nororiental del bolsón. Al norte de esa última localidad también se produce la movilización de importantes cantidades de arena en la misma dirección.

### 4. Dinámica de las arenas

Los granos pueden ser transportados de tres formas: en suspensión, por saltación y por reptación. En el primer caso están involucradas prin

cialmente las partículas de diámetro inferior a 0,01 mm, correspondientes a limos y arcillas. Por el momento este tipo de movimiento no nos interesa por cuanto no es factor formador de médanos.

Los granos comprendidos entre 0,05 y 0,5 mm de diámetro suelen desplazarse por saltación y arrastre superficial, esto es la elevación de los granos por los torbellinos y turbulencia del aire, sin embargo su tamaño le impide permanecer períodos prolongados en suspensión, de manera que describen una trayectoria parabólica hasta impactar con el suelo; si golpea entre otros granos elásticos torna a elevarse y renite su trayectoria, el movimiento a saltos a menudo se alterna con rodamientos. La altura de las parábolas dependen naturalmente de factores tales como la intensidad del viento, tamaño del grano y naturaleza del piso (sobre un suelo pavimentado por gravas se producen rebotes más enérgicos que sobre un suelo de arena lisa), a menudo solo alcanzan una elevación de tan solo 2 pulgadas, sin embargo los granos finos impulsados por vientos fuertes alcanzan varios decímetros.

La arena gruesa y muy gruesa avanza por arrastre y rodamiento bajo la presión del viento y por el impacto de los granos en saltación. La grava y la grava permanecen in situ de tal manera que los abanicos aluviales occidentales del Bolsón de Fiambalá se revisten de un pavimento de grava residual por soplado de las fracciones más finas.

Los mecanismos de transportes descriptos pueden ser visualizados en acción sobre la Ruta Nacional N°60, al sur de Fiambalá, cuando en horas de la tarde se produce el traslado de la arena a través de la misma, en forma de una "nube" rastrena.

##### 5. Medidas de control

El control de los médanos no resulta particularmente difícil, en el caso de Fiambalá, puesto que los vientos no son excesivamente fuertes y aparentemente presentan una dirección predominante bien definida, también son factores favorables que la dirección de avance de la arena coincida



con un flanco angosto de la colonia, lo que reduce el ancho de la franja a defender y que existe una faja arbustiva natural que protege por sí misma y eficazmente parte de la zona.

Existe un amplio arsenal de técnicas para combatir el desierto, las que deben ser aplicadas luego de una cuidadosa selección en función de su eficacia en este medio y de su costo, sin embargo, una vez decidida su ejecución no debe escatimarse esfuerzos en su implementación completa y luego manejar y mantener el sistema defensivo con responsabilidad exenta de interrupciones, pues si bien es posible estabilizar permanentemente a las dunas de arena, protegiendo los bienes de la comunidad y aportando un elemento de indudable valor estético, una implementación deficiente o una mala conservación puede ocasionar la reiniciación del proceso y la consecuente y estéril pérdida del dinero y el esfuerzo invertido en el proyecto.

No es propósito de este estudio geomorfológico concretar un proyecto de fijación de médanos, solamente se enunciarán las técnicas más usuales que encontrarían aplicabilidad en Fiambalá, las que deberán ser ensavadas en un área piloto antes de su definitiva selección e implementación.

Área de clausura: Varios autores y el suscripto han establecido la incidencia negativa de la destrucción de la vegetación por el hombre, de donde surge la conveniencia de alambrar el perímetro de dunas y áreas de deflación en la parte sur de la colonia, a la vez de tomar recaudos legales contra la extracción de madera en el área de peligro, que debe ser acompañada con medidas de divulgación y concientización dirigida a los pobladores.

Vegetación: El problema básico en la estabilización de dunas es detener la arena tan cerca como sea posible de su punto de origen y el establecimiento y mantenimiento permanente de una cubierta vegetal sobre las mismas. Las duras condiciones climáticas de la zona restringen fuertemente las especies elegibles, sin embargo hay alternativas interesantes:

- Se han observado procesos de fijación natural de médanos en un lugar cercano a Medanitos, llevada a cabo por el arbusto denominado Tacozorro o Alcarrobo del zorro (*Prosopis argentina* Burk) que representa una posibilidad atractiva por su probada adaptación al medio (foto N°11). En observaciones efectuadas in situ se comprobó que el citado arbusto forma matas de gran tamaño que aparentemente crecen al mismo ritmo que se incrementa al volumen de arena retenido, constituyendo una densa maraña de ramas enterradas por la arena que hacen las veces de esqueleto para la fijación del médano. La recolección de semillas no presentaría problemas, dado que sus largas vainas rojas son fácilmente visibles, nero hasta el presente no se conocen sus hábitos reproductivos ni vegetativos. Se sospecha que la germinación puede presentar algunos problemas que son comunes en otras especies de la familia Leguminosas, cuyas semillas necesitan un tratamiento previo de digestión, con ácidos fuertes o con abrasivos para disminuir la dureza de los tegumentos.
- También los alcarrobos (*Prosopis* spp) pueden ser útiles como colonizadores, sobre todo en áreas que no estén totalmente degradadas. Se ha observado, en algunos sectores al sur de la Colonia, una discreta densidad de renovales de estas especies creciendo con arbustos como el cachiyuyo (*Atriplex*) y el iume (*Allenrolfea*) (foto N°13).
- El tamaruco (*Prosopis tamaruco*), especie que crece y se desarrolla bien en el norte árido de Chile, puede adaptarse también a las condiciones del medio, brindando protección contra el viento y además sus vainas son un buen forraje para el ganado.

También debe ser analizada con detalle la aplicabilidad de otras especies autóctonas y alóctonas, tanto sea pastos, malezas, arbustos o árboles. Los primeros son útiles para una retención temporaria de la arena hasta tanto puedan establecerse las especies arbustivas o arbóreas que constituyen la protección definitiva. Merece ser citada en este caso la maleza denominada "solo" (*Gomphrena globosa*) en razón de ser usada con este fin por algunos agricultores para la posterior implantación de alfalfa.

Barreras vivas: Los rompevientos contruidos con líneas de árboles orientadas en sentido perpendicular al viento producen una reducción de la velocidad superficial del aire, 60% a 80% a sotavento y cerca de la barrera, de un 20% a una distancia equivalente a veinte veces su altura y nula a treinta o cuarenta veces su altura. Estos rompevientos disminuyen el daño físico a los cultivos y vegetación menor en general, impiden la erosión del suelo, reducen la evaporación y evapotranspiración, regulan la temperatura, proporcionan sombra y son de gran valor estético. Sin embargo su empleo está limitado a los lugares donde existe o se pueda aportar riego. Deben complementarse con otras medidas de control. En Medanitos se han observado barreras de árboles y cañaverales que operan eficazmente.

Entre las especies arbóreas utilizables con este fin se pueden mencionar las siguientes:

Eucaliptus: existe una cortina rompevientos con ejemplares de muy buen desarrollo en la finca Graffigna al norte de la colonia. El hecho de tener follaje persistente brinda protección contra el viento, aún durante la época invernal.

Alamos: existen en Fiambalá y también en las zonas aledañas (Saujil-Medanitos), buenos ejemplos de su adaptación al medio, sobre todo del álamo italiano (*Populus nigra* var. *italica*). También es digno de mención el álamo plateado (*Populus alba*), especie más rústica y agresiva que la anterior. Debe tenerse presente que estas son especies de follaje caedizo, y por lo tanto la protección durante la época invernal se ve disminuida.

Casuarinas: Aunque no se han observado ejemplares en Fiambalá, es probable que pueda desarrollarse satisfactoriamente. El follaje es también permanente, ventaja a la que se une el rápido crecimiento.

Coníferas: pinos, cipreses y tuyas pueden ser de utilidad para establecer o complementar cortinas, aunque son especies de crecimiento mediano a lento cuyos efectos demorarían en ser notables.

En cualquier caso las cortinas deben ser completas y con follaje durante la mayor parte del año. No debe permitirse su uso para la explotación de la madera, a menos que vaya acompañada de nuevas plantaciones escalonadas que suplan la protección perdida por la tala.

Como complemento, será necesario crear un escalón arbustivo de media y baja altura que evite la penetración del viento a la altura de los troncos de las especies principales. Esto es particularmente importante para las cortinas más australes, que son las que sufren en toda su intensidad el efecto del viento.

Barreras artificiales: Hay variedad de barreras artificiales de 1 m - 1,5 m de alto, orientadas perpendicularmente al viento, construidas con tablas, chapas, lona, ramas, etc. que sirven para detener el avance de la arena cuando se las coloca con un espaciamiento adecuado. Los "cañizos" serían adecuados para la zona de Fiambalá en virtud a la existencia de materiales en la zona, facilidad de construcción y duración razonable. La foto N°12 muestra los restos de un cañizo, de varias décadas de antigüedad, ubicado al sur de la colonia. Se puede observar la capacidad de retención de arena, un poco a barlovento (izquierda) y gran cantidad a sotavento (de recha), en el primer plano la destrucción de la barrera a provocado la erosión del suelo. Este tipo de barrera debe ser elevado a medida que es enterrado por la arena, de esa manera no pierde la eficacia y la arena queda retenida, finalmente con el tiempo se forman grandes dunas, que por su propio tamaño tienden a estabilizarse. Frecuentemente se las emplea como un retenedor de arena temporario, hasta que la vegetación implantada o natural logre colonizar la duna.

Ramadas: Consisten en cubrir la superficie a proteger colocando filas de ramas, puestas una al lado de la otra, con los cabos o troncos en dirección del viento. La parte superior de una fila debe cubrir los troncos de la anterior, en forma imbricada, a la manera de un tejado, este sistema no tendría aplicación masiva en nuestra área debido principalmente a la escasez de vegetación arbustiva y arbórea natural y a la necesidad de conservarla. En la Patagonia se emplea habitualmente la paja que es extendida sobre los médanos y parcialmente enterrada mediante una rastra de discos.

Aceite: Puede efectuarse una retención eficaz de arena mediante la pulverización de aceite de motor usado, emulsionado con agua, aplicado en una relación liviana que impregne una pulgada de espesor y no forme costra. La siembra realizada debajo de una ligera aplicación de aceite puede germinar y crecer, en tanto no se forme una costra. Hay elevación de temperatura por mayor absorción de calor solar.

Grava: Una capa de grava sobre el suelo a proteger puede neutralizar la erosión eólica, como se muestra en la foto N°1. Hay abundancia de grava en los alrededores de Fiambalá, sin embargo el costo de transporte y distribución puede ser un factor limitante.

Remoción de médanos: En el área de Fiambalá y especialmente Medanitos, se practica la remoción de médanos y nivelación del terreno mediante el empleo de agua de riego, la que es dirigida hacia la arena mediante un canal, para provocar su derrumbe y transporte. Aguas abajo del médano se practica una conducción en línea recta para el drenaje del agua y la arena a un lugar más bajo donde no cause problemas. Para la práctica de este método se requiere contar con un caudal adecuado al volumen de arena a movilizar y un desnivel suficiente para conseguir velocidad de flujo. En la etapa inicial es conveniente el empleo de algunas horas de topografía para la preparación del terreno.

## 5. Conclusiones

- 1) El "Valle de Fiambalá" es un bolsón intermontano de origen tectónico formado por cordones montañosos escarpados, constituidos por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.
- 2) El piso del bolsón está formado por los depósitos pedemontanos que descienden suavemente desde el pie de ambos cordones montañosos hacia el interior, los mismos están separados por una faja de terreno sensiblemente plano, de 3 a 4 km de ancho, que constituye la "playa" formada por los depósitos fluviales del río Abaucán, actualmente en una etapa de profundización de su cauce.

- 3) La playa contiene los terrenos más aptos para su aprovechamiento agropecuario. La colonia de Fiambalá se encuentra ubicada sobre la playa y limitada lateralmente por los depósitos pedemontanos.
- 4) La dirección del viento predominante es Sudoeste, las estrías y zanjas de erosión eólica, óndulas y lineamientos de médanos y la inclinación y de formación eólica de la vegetación indican que la dirección del viento predominante, con capacidad efectiva de erosión de suelos y acumulación de médanos, es muy constante y definido quedando comprendido entre los azimut de 200 y 210°.
- 5) Un par de kilómetros al sur de Fiambalá se encuentra una faja de viejas dunas fijadas precariamente por restos de vegetación muerta. Hay evidencias de removilización de arena y la falta de reposición de la vegetación natural las convierte en un peligro potencial para la colonia. La muerte de las plantas se habría producido por la falta de recarga causada por el avance de cárcavas que drenan la zona y que habrían sido originadas por las obras de encauzamiento viales.
- 6) Entre las fajas de dunas y Fiambalá se intercala una franja irregular de arbustos, constituida principalmente por "Suncho" y "Jarilla", "Cordadera" y "Jume". Crecen apretadamente sustentados por suelos excepcionalmente húmedos en virtud de los esporádicos derrames de crecienta del río Guanchín y aportes de agua superficiales. El arbustal se comporta como una barrera natural al avance de la arena y protege parcialmente el sector sur de Fiambalá.
- 7) La destrucción de la vegetación natural por la acción antrópica ha agravado considerablemente la erosión eólica normal y ha producido áreas de deflación, caracterizados por suelos desnudos excavados por el viento, los que han perdido en algunos casos un espesor de 20 a 30 cm. La zona más severamente afectada se encuentra al sudeste de la Colonia.

- 8) Las áreas de deflación en gran parte corresponden a antiguas áreas cultivadas que en su origen fueron productoras de trigo y otros cereales. El área abandonada en el lapso comprendido entre fines del siglo pasado y la actualidad comprende unas 550 ha. Los motivos fundamentales son la ineficacia del sistema de riego, especialmente en las zonas periféricas y australes de la Colonia y la continua y cada vez más acelerada presión del desierto. No hay datos que permitan una evaluación de la magnitud real al área agrícola perdida a lo largo del tiempo, ya que hay algunas indicaciones de que hubo también ganancia de terrenos hacia el norte de Fiambalá; el caso de la empresa "Graffigna" en épocas recientes. Es posible que se haya producido una especie de "migración" del área productiva hacia el norte, verificado por la pérdida de terrenos en el sur y la ocupación de otros nuevos al norte, en una competencia por el recurso hídrico. De ser así la retracción areal de la Colonia sería menor que las 550 ha consignadas precedentemente.
  
- 9) Las áreas críticas invadidas por médanos son en orden decreciente de importancia: el borde sudeste, el extremo sur y el margen suroeste. Observaciones parciales realizadas en el extremo sur de la colonia, sobre la ruta nacional N°60 y en el borde sureste, comparando fotogramas tomados en 1968 y la situación actual, permitieron medir una velocidad de desplazamiento del frente de médanos de 15 m/año, con máximos de 26 m/año. En algunos puntos defendidos por vallas de ramas no se ha producido un progreso apreciable en el período de trece años considerado.
  
- 10) El avance del frente de arena es muy irregular y está fuertemente influenciado por la presencia de vegetación, casas, cultivos y especialmente por las vallas de ramas. Los casos más agudos de penetración se producen sobre calles orientadas en la dirección del viento y carentes de todo obstáculo a la marcha del viento.
  
- 11) La arena constitutiva de los médanos del área crítica procede del material arrancado de las áreas de deflación y de la removilización de los otros

médanos vivos o semifijos. El área de procedencia es cercana, como se ha estipulado en un estudio anterior, sobre la base de características granulométricas y composicionales de la arena.

- 12) Es posible establecer un sistema defensivo que neutralice el avance de los médanos y concluya con su fijación. Estaría basado en la aplicación combinada de distintas técnicas con el propósito de: a) detener el aporte de arena desde las áreas de deflación cercanas, protegiendo a estos suelos de la erosión y deteniendo la marcha de la arena en tránsito hacia el lugar de médanos invasores de Fiambalá; b) estabilizar los médanos del área crítica en forma inmediata mediante sistemas de vallas y cubiertas protectoras, hasta tanto prospere la vegetación psamófila implantada y natural; c) establecimiento de un área de clausura en los lugares críticos y realizar un programa de divulgación y concientización de la población a fin de evitar mayores daños a la vegetación natural.
- 13) La selección definitiva de los médanos a aplicar deberá realizarse posteriormente a un período de experimentación en un área piloto convenientemente elegida. En ella se probarán distintos medios de defensa y la aplicabilidad de las distintas especies vegetales que presenten "a priori" características interesantes.
- 14) El programa de defensa tendrá éxito en la medida que cuente con la colaboración de la población, además de un aporte financiero adecuado. Una vez establecido el programa de trabajo, después de la etapa experimental, deberá ser concretado a fondo y requerirá un servicio de mantenimiento permanente y responsable, sin el cual el esfuerzo y el dinero invertido correrán al riesgo de ser desaprovechados.



## Recomendaciones

- 1) Elaborar un proyecto con las especificaciones necesarias para establecer un área piloto. El propósito de la misma es ensayar el rendimiento de los distintos dispositivos y medidas de protección, tendientes tanto a detener la erosión del suelo como a la fijación o eliminación de médanos, como asimismo evaluar la relación eficacia-costo.

El área piloto estaría ubicada al este de la ruta nacional N°60, en la zona cercana al cementerio. Deberá ser lo suficientemente extensa como para contener un grupo de dunas y suelos de deflación y que a la vez permita apreciar claramente el efecto de los métodos empleados.

Deberá contar con cierta disponibilidad de agua de riego, en forma frecuente durante la etapa de establecimiento de las cortinas. Se estima que una vez implantados los árboles (después del segundo año) se necesitará solamente un riego mensual.

La evacuación de arena mediante acción hidráulica también debe ser contemplada.

El perímetro del terreno deberá ser alambrado configurando una área de clausura, a fin de evitar la interferencia de animales y personas.

- 2) El "Taco Zorro" (*Prosopis Argentina Burk*) es en principio una especie apropiada para la fijación de médanos, en consecuencia resulta conveniente efectuar inmediatamente una recolección de vainas antes de su pérdida y la forzada espera de la fructificación del año venidero.
- 3) Acelerar el estudio de las crecidas del río Guanchín, pues ambos problemas, el control del desierto y las crecidas, tienen puntos en común, especialmente en lo que hace al sustento de la vegetación natural en la zona sur de Fiambalá, en consecuencia las medidas de control que se adopten deben satisfacerse mutuamente.
- 4) Reforzar a la estación meteorológica existente con un anemómetro.

A N E X O 1

a) Análisis granulométrico

Muestra N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Fracción								
Arena	82.4	76.6	96.0	95.2	97.2	97.2	97.6	89.6
Arcilla	5.1	5.9	2.8	2.8	2.8	2.8	2.4	4.8
Limo	12.5	17.4	1.2	2.0	0.0	0.0	0.0	5.6

b) Identificación de las muestras

Muestra N°1: arenisca del lecho, del relleno del valle (Los Morteros).

Muestra N°2: Idem anterior (Saujil).

Muestra N°3: Arena de recubrimiento sobre las areniscas de Los Morteros.

Muestra N°4: Arena de duna en el extremo sur de Fiambalá.

Muestra N°5: Arena de barjana al este de Fiambalá.

Muestra N°6: Arena de duna al este de Saujil.

Muestra N°7: Flanco Sierra de Fiambalá, frente a Saujil (sector bajo).

Muestra N°8: Idem anterior (sector medio).

c) Granometría de arenas

Muestra N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Fracción								
Muy gruesa	11.68	6.05	0.96	0.54	7.00	5.20	21.25	17.08
Gruesa	26.30	28.05	33.10	34.68	54.29	41.30	42.86	29.16
Mediana	34.14	42.43	55.10	51.32	29.47	42.49	27.77	36.00
Fina	12.04	6.43	7.88	8.38	7.34	9.18	6.78	10.69
Muy fina	2.48	3.50	0.36	0.000	0.36	0.36	0.20	1.81

La ubicación y dirección de las vistas fotográficas están indicadas en el mapa N°6 (Geomorfológico).



FOTO N°1

Cubierta superficial de grava que protege al suelo de la erosión eólica. Es normal en la parte media y distal de los abanicos aluviales.

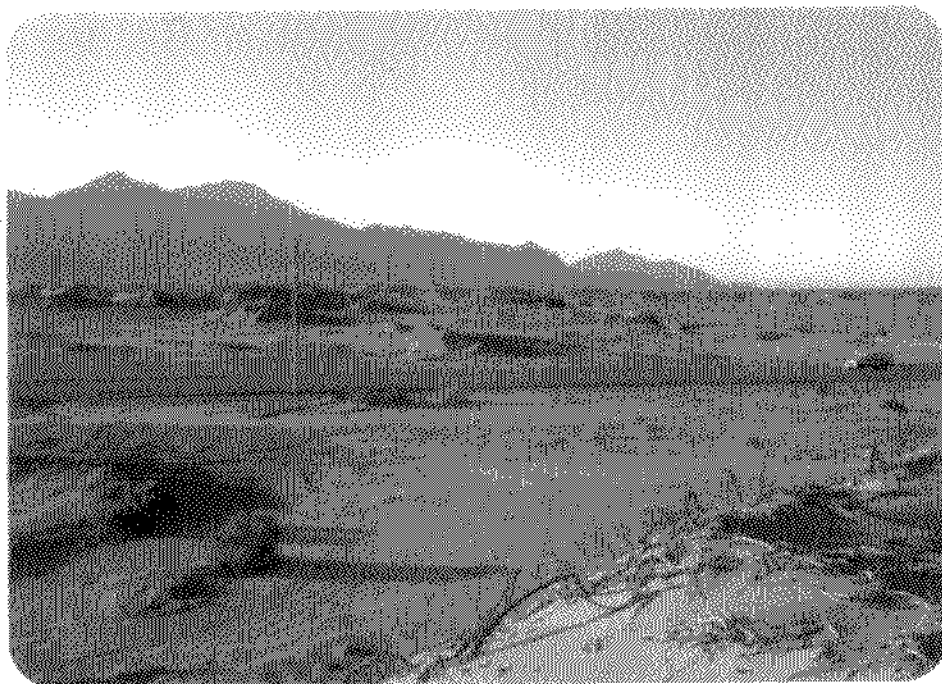


FOTO N°2

Dunas fijas. La foto mira al sudeste y muestra antiguos suelos inundados y en el extremo derecho una zanja natural de drenaje.



FOTO N°3

Arbustal.

Es un área de derrame del Río Guanchín. Los médanos procedentes del sur son retenidos por la maleza.

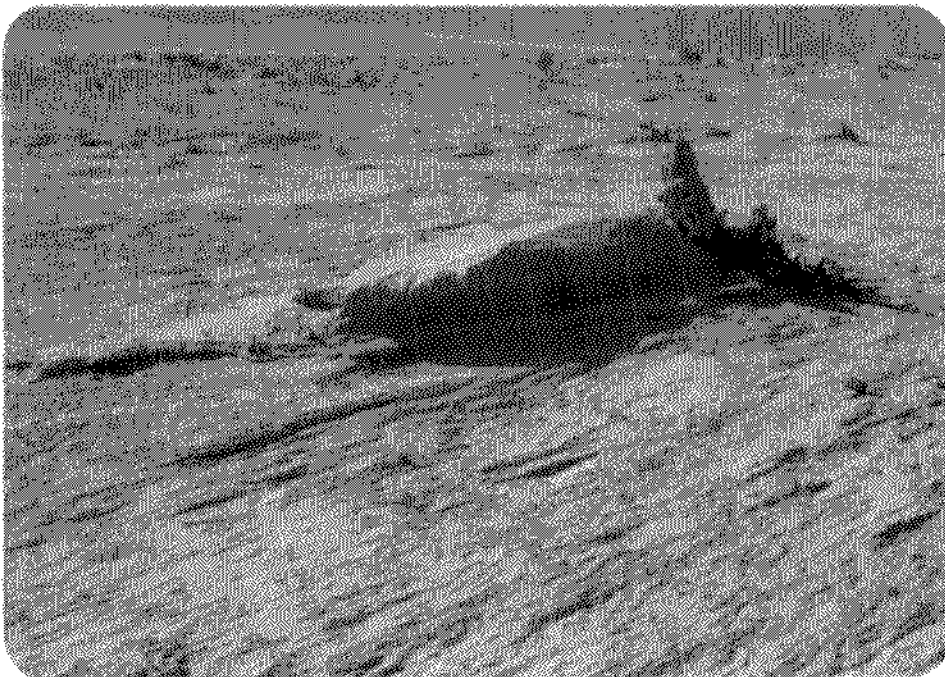


FOTO N°4

Área de deflación.

Se notan las estrías de erosión eólica y un relicto de suelo protegido por un tocón. La vegetación ha sido destruida por acción antrópica.

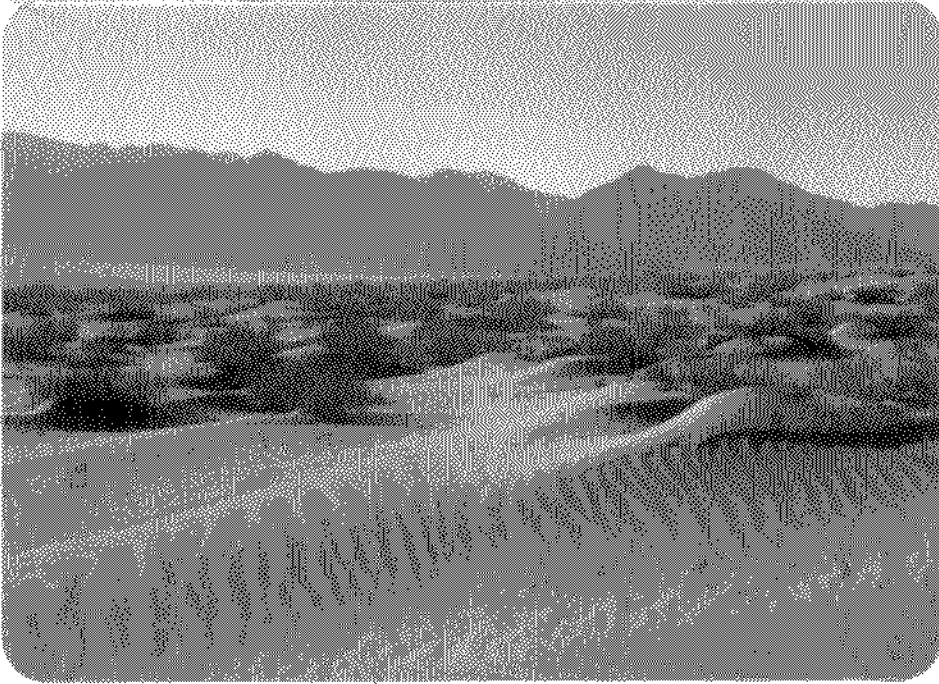


FOTO N°5

Playa.

Paisaje característico de la parte central y plana del bolsón de Fiambalá. Los médanos pequeños están semifijados por vegetación natural.



FOTO N°6

Area de deflación moderada por un poco de vegetación natural. La acción antrópica ha sido menor en este lugar.

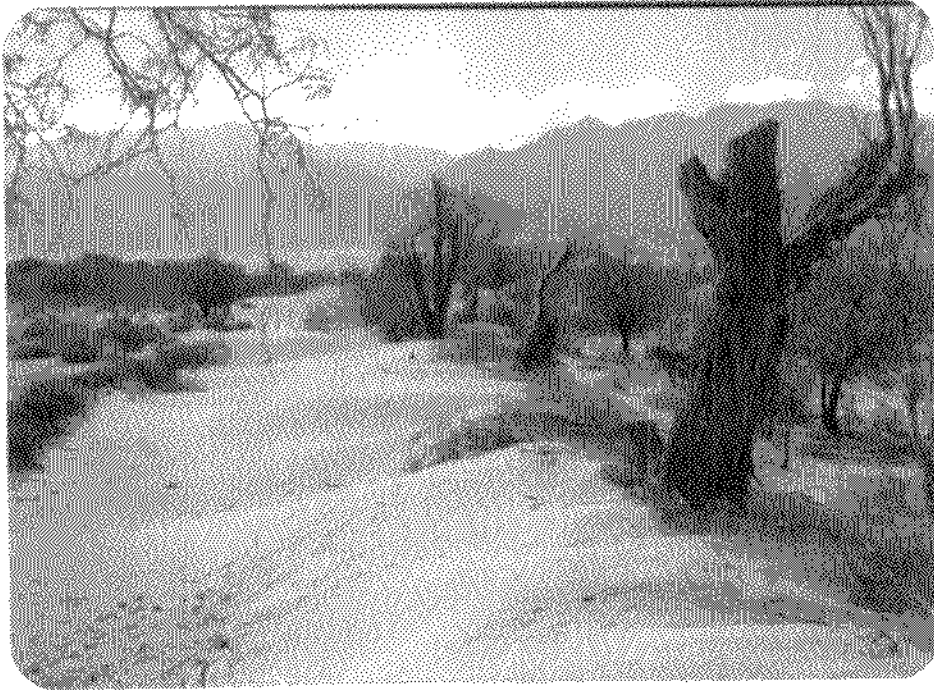


FOTO N°7

Terrenos ganados por la arena.  
Una calle ha sido obstruida y los olivares de la izquierda son amenazados. Obsérvese la destrucción antrónica de la vegetación.

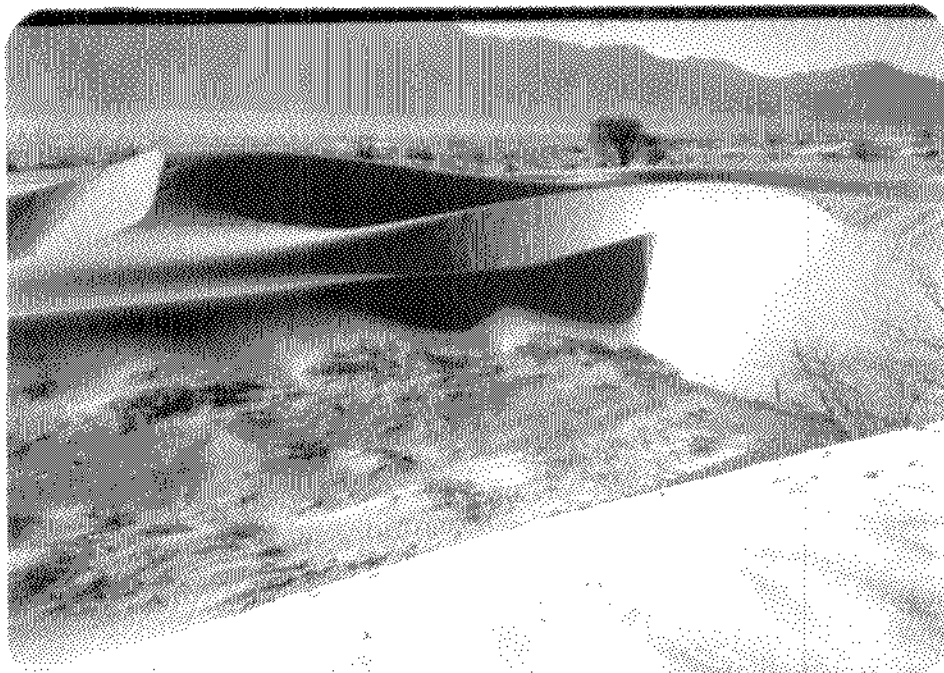


FOTO N°8

Dunas vivas.  
Se observa el perfil característico de las dunas. El viento procede de la derecha.



FOTO N°9

Destrucción de vides por el avance de un frente de dunas.

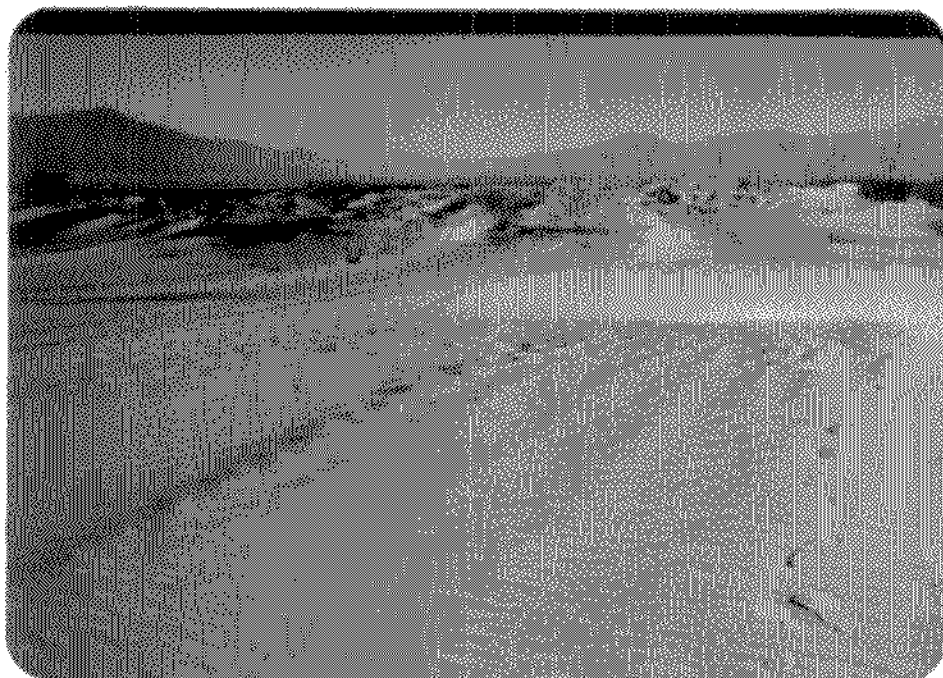


FOTO N°10

Campo de dunas vivas al sudeste de Fiambalá. El "camino" es producido por la alta velocidad superficial del viento en una faja desprovista de obstáculos.





FOTO N°11

Fijación natural de médanos en la proximidad de Medaños. Es efectuada por el arbusto "Taco Zorro" (*Prosopis Argentina Burk*).

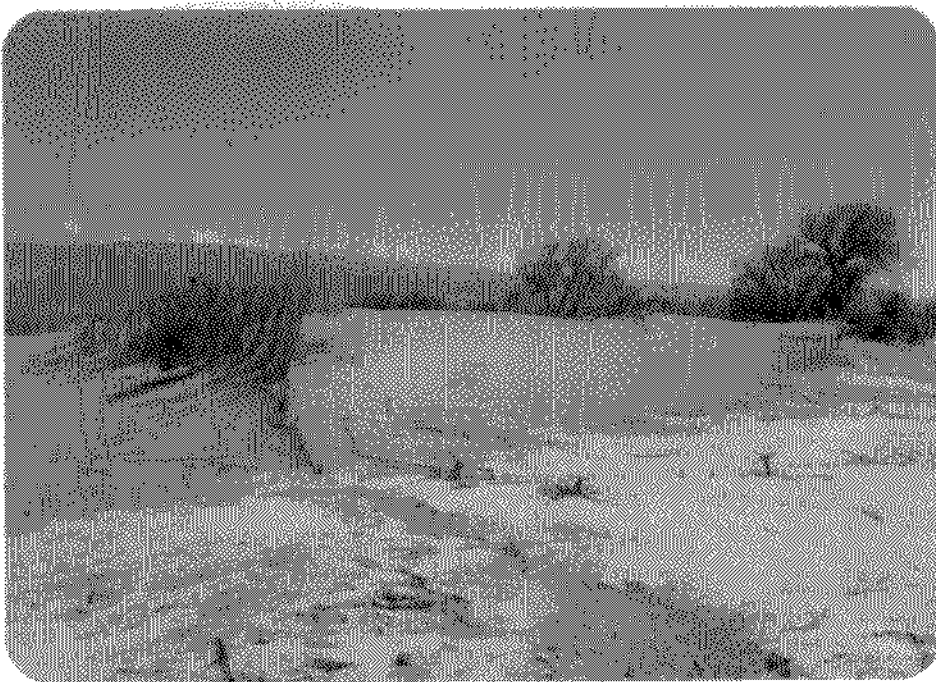


FOTO N°12

Efecto de retención de arena producido por un cañizo antiguo y semi-destruido. La rotura del mismo, primer plano de la foto, permite la erosión del suelo.



FOTO N°13

Tomada 500 m al este  
del campo deportivo  
de Fiambalá.

Se observa un sector poco degradado y algunas de sus  
especies características (Algarrobos, Cachiyo y Jumo).

## Bibliografía

- ASUNTOS AGRARIOS - "Defensa, fijación y forestación de la Costa Atlántica" (1981). Revista Asuntos Agrarios. Año 2 N°4.
- DOMINGO CARDOZO - "Plantaciones en áreas especiales" (1976). En "Tecnología de la Forestación en Argentina y América Latina". Buenos Aires.
- F.A.O. - "Fijación de dunas". En "Método de plantación forestal en zonas áridas" - FAO (1964). Roma.
- F.A.O. - "La erosión eólica y medidas para combatirla en los suelos agrícolas" - FAO (1961 y 1978). Roma.
- M.A. HABIT et al - "Prosopis Tamarugo: Arbusto forrajero para zonas áridas". FAO (1981). Roma.
- ANTONIO P. IGARZABAL - "La erosión eólica en el Valle de Fiambalá" - Proyecto NOA Hídrico. Provincia de Catamarca. Tomo II (1977)(Convenio SSRH - CFI - INCYTH). (Inédito).
- PROVINCIA DE BUENOS AIRES - "Consejos técnicos sobre fijación y forestación en la zona dunosa de la costa atlántica" (1968). Decreto N°7.513/68 - Resolución N°735/68. Provincia de Buenos Aires.
- A.J. PREGO - "Fijación de médanos" - Instituto de Suelos y Agrotécnia. Art. 16 del Almanaque del Ministerio de Agricultura y Ganadería 1953-1954.
- A.J. PREGO - "Fijación de Médanos" - INTA (1960).
- A.J. PREGO - "Forestación de médanos en la región pampeana semiárida" (1964) IDIA. Suplemento Forestal 1964.
- A.J. PREGO - "Estabilización de médanos mediante forestación en la región pampeana semiárida" Segunda contribución (1966) - IDIA - Suplemento Forestal N°2.

- A.D. STOESZ y R.L. BROWN - "Stabilizing Sand Dunes" (1957). U.S.A.
- John B. THORNES - "Médanos del Area Tinogasta-Fiambalá (Informe de la Fase I). : Estudio Preliminar y Esquema de Estrategias (1978), (Informe inédito del Proyecto NOA Hídrico II Fase).

PROYECTO NOA HIDRICO, Junio de 1982.-