

03799 CATALOGOS



Comisión del Río Dulce

PROYECTO DEL RIO DULCE
INFORME PRELIMINAR
PARA EL
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
TOMO II

COMITE COORDINADOR

Dr. Manuel Alberto DIAZ
Abogado

Agrimensor Alberto MONTES
Experto en Planeamiento

Licenciado Pedro E. VALSECHI
Ciencias Económicas

Santiago del Estero (Argentina)

Octubre 1965

①
F. 3111
511 E 30 p
II

II.B.4. Calidad de los suelos

II.B.4. Calidad de los suelos
(incorporar los estudios de
suelos realizados en la zona,
incluyendo mapas de suelos).

Para cumplir con la primera parte de los requerimientos básicos, se cuenta con estudios realizados en el área del Proyecto, a partir del año 1941, de los cuales se agregan copias en los ANEXOS de este tema. Pertenecen estos trabajos a los siguientes profesionales e instituciones.

BANDURA, Iván. Regadío en río Dulce. Zona de riego en Fernández (Provincia de Santiago del Estero) Agua y Energía Eléctrica E. N., (Buenos Aires, 1953) (Biblioteca de A. y E. E.) (ANEXO I).

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA (INTA), de la Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería de la Nación. La necesidad de obras de drenaje en la zona de riego del río Dulce. Según la opinión del autorizado experto de las Naciones Unidas y distinguido edafólogo de los Estados Unidos

II. B. 4. (2)

de América, Dr. Robert W. PEARSON. (Santiago del Estero, 1959) Folleto, 16 pp.
(ANEXO II).

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA, Empresa del Estado.

Riego Rio Dulce. Provincia de Santiago del Estero. (Buenos Aires, 1961), Edición Mimeográfica, 73 pp. Biblioteca de la C.R.D. N° 5. (ANEXO III).

MEDINA, Ingeniero Agrónomo, Luis Angel. Manejo racional de los suelos y del agua en la zona de regadío del rio Dulce. Memoria técnica del Centro Regional del Noroeste de Tecnología Agropecuaria. Período 1959-1961, publicado por INTA (Buenos Aires, 1963) pp. 38/39. (ANEXO IV).

MEDINA, Ingeniero Agrónomo, Luis Angel. Pérdidas en plantaciones cítricas en Santiago del Estero. Memoria técnica del Centro Regional del Noroeste de Tecnología Agropecuaria. Período 1959-1961, publicado por INTA (Buenos Aires, 1963) pp. 39 a 41. (ANEXO V).

HARZA ENGINEERING COMPANY. Informe de factibilidad. Proyecto de Rio Dulce. Estudios básicos. (Buenos Aires, 1965). (ANEXO VI).

Se dispone también, de fotografías aéreas realizadas por I.F.T.A., para Agua y Energía Eléctrica en el año 1956, y para el Gobierno de la Provincia en el año 1960. En un área total de: 398.000 Ha (C.R.D. 134).

Todo lo cual nos permite afirmar que los suelos del Proyecto Rio Dulce han sido estudiados en forma detallada.

Aptitud para agricultura.

En general son suelos aptos para la agricultura con buenas propiedades físico-químicas. Algunos presentan un contenido salino algo elevado pero fácil de recuperar por lavado con agua.

También se encuentran dentro del área de estudio, suelo salino-alcalinos, que necesitarán el agregado de mejoradores químicos para su recuperación.

BANDURA, técnico de Agua y Energía Eléctrica, en el estudio de 58.000 Ha, comprendidas entre la ciudad de Santiago del Estero y la esta-

II. B. 4. (4)

ción ferroviaria de Fernández, sobre una franja que va entre las vías del ferrocarril Mitre y el río Dulce, estableció que el 91% de las tierras se prestaba para la irrigación; el 6% era adecuado, pero requería cambios en su composición química, y el 3% restante también se adecuaba pero estaba sujeto a inundaciones.

Propiedades del suelo.

Los suelos del área del Proyecto son fértiles con excelentes propiedades físicas y contienen elevada proporción de Potasio, así también como de Fósforo. El contenido de materia orgánica en los 15 cm superiores varía entre 0,6 - 3,7%. La adición de materia orgánica sería beneficiosa. El pH en pasta saturada varía de 5,1 a 11,0 pero el pH predominante es básico.

Los suelos del área del río Dulce han evolucionado de sedimentos aluviales y eólicos redepósitos y pertenecen al grupo zonal de amarillos con transición a pardos. Suelos poco evolucionados de textura media (Franco-arcilloso liviano, Franco-limoso, Franco y Franco-arenoso). Bien drenados, el agua se pierde fácil aunque no rápidamente.

La permeabilidad, flujo o cantidad de agua que pasa a través de la unidad de superficie de suelo saturado, en la unidad de tiempo y bajo determinado gradiente hidráulico, es moderada con un valor de 2,0 a 6,0 cm/hora.

La erosión hídrica y eólica no es significativa en general.

Los porcentajes de saturación de los suelos varían del 21 % al 48 % y la capacidad de intercambio de cationes varía de 18 a 22 miliequivalentes por cada 100 gramos.

Los suelos salinos en muchos casos están relacionados con la napa freática próxima a la superficie. El contenido salino de los suelos varía entre valores muy altos; desde 0 a más de 16 milímetros/cm .

La alcalinidad medida por el Sodio intercambiable (por ciento), da valores también variables presentando porcentajes de Sodio intercambiable superiores a 15.

En general, los suelos del Proyecto Rio Dulce, son salinos a salino-alcálinos, llegando a ser en algunas áreas el factor limitante.

Clasificación de las tierras.

Harza Engineering Co. ha realizado una clasi-

II. B. 4. (6)

ficación utilitaria sobre un total de 231.700 Ha, utilizando como base la información sobre suelos de que se disponía tomada de estudios anteriores, controlándola y confirmándola mediante la interpretación estereoscópica de pares aerofotográficos. Al determinar las clasificaciones, se consideraron los suelos, la topografía y las deficiencias de drenaje utilizándose el criterio empleado por el U.S. Bureau of Reclamation.

El estudio estableció:

Tierras de Clase 1	51.960 Ha
Tierras de Clase 2	89.140 Ha
Tierras de Clase 3	43.050 Ha
Tierras de Clase 4	40.850 Ha
Tierras de Clase 6	<u>6.660 Ha</u>
Total	231.660 Ha

Los resultados indican que las tierras pertenecientes a la Clase 4 pasarán en su mayor parte a la Clase 2 mediante recuperación. Alrededor de las dos terceras partes del área servida por el actual sistema de canales, entrará a formar parte de la Clase 2.

Es conveniente hacer notar que en el mapa de Clasificación y utilización del Terreno, confec-

cionado por HARZA, hay algunas omisiones en cuanto a las características de Salinidad y Alcalinidad. Además no hay coincidencia entre los análisis y el número de muestras ubicadas en el mapa.

Investigaciones. Plan de Trabajo.

En un área tal como la del Proyecto Río Dulce, se considera esencial llevar a cabo cuidadosas investigaciones del terreno, mantenidas por adecuados programas de análisis en laboratorio, para el diagnóstico completo de los problemas existentes y la formulación de los programas de tratamiento.

Contando con el asesoramiento de Robert D. FLANNERY, Técnico Asesor de la FAO y Miguel A. RIOS, se ha confeccionado un Programa de Prioridades que consta de dos partes. La Primera Parte, que puede ser realizada por el personal actual y los presentes recursos, ya se ha puesto en marcha,

La Segunda parte requerirá fondos adicionales para técnicos y equipos especializados.

Análisis de la calidad del agua de riego. (Prio-

II. B. 4. (8)

riedad N° 1)

- a) A causa de que la calidad del agua es una consideración importante en las áreas que son propuestas para irrigación, se ha establecido un programa de muestreo periódico y análisis de las aguas de superficie en lugares previamente seleccionados en la red actual de canales. Las muestras se recogen en períodos mensuales por el término de un año como mínimo.
- b) Las aguas de otras fuentes, napas freáticas y surgentes serán también muestreadas y analizadas sistemáticamente con el objeto de determinar su aptitud para el riego y sus posibles variaciones.
- c) Todas las aguas muestreadas reciben un análisis de acuerdo a las normas fijadas en el Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos Manual N° 60 (1954).

Análisis de Boro para toxicidad. (Prioridad N°2)

Ya que este es un elemento que puede causar daños en el crecimiento de las plantas, aún en concentraciones muy bajas, y que con frecuencia se encuentra en los suelos salinos, como los que caracterizan a esta área, el análisis de Boro forma parte del programa de análisis de calidad del agua, así como de las muestras de suelo en las áreas con daños y/o pérdidas de los cultivos, como así también de muestras de hojas para determinar la toxicidad y las deficiencias en los cultivos comunes del área. Las áreas problemas, en las que el Boro se encuentra en la zona de raíces, en cantidades mayores que los límites tolerables reconocidos, se delimitarán en mapas a escala apropiada.

Mapa de salinidad-alcalinidad en el área del
Proyecto. (Prioridad N° 3).

Este mapa mostrará las diferentes concentraciones de Sodio intercambiable y sales solubles en el perfil superior. El trabajo es a nivel semidetallado para cubrir los fines del diagnóstico completo de los problemas de salinidad y alcalinidad para planear el programa de recuperación de los suelos afectados.

Estudios complementarios.

Ensayos de permeabilidad; medición de la variación de la napa freática con respecto a la superficie del terreno; perforaciones profundas para establecer al detalle las características y profundidad de los estratos impermeables; ensayos de infiltración en campaña; determinación de los valores de la relación agua-suelo; etc., se realizarán con el objeto de disponer de todos los valores de los factores que inciden en la relación agua-suelo y que han concurrido a provocar la actual situación, fundamentalmente en los problemas de napa freática alta, asociada a fenómenos de salinidad y alcalinidad.

La racionalización del riego, con el objeto de disminuir el aporte a la napa freática, mediante la determinación de dotaciones, períodos de aplicación y formas de uso, deberá estar fundada en el conocimiento del tipo de suelo, su textura y estructura, en función de lo cual se determinarán los valores del sistema de riego, largo de surco o malga, pendientes y caudal de riego.

El drenaje para facilitar la eliminación del

excedente de agua del subsuelo, estará íntimamente ligado al conocimiento de los valores de conductividad hidráulica por arriba de la tabla de agua y por debajo de la misma.

Los tratamientos de lavado, para la eliminación de sales solubles perjudiciales, especialmente el Sodio, requieren el conocimiento al detalle de los tipos y grados de salinidad y/o alcalinidad que ha sido previsto mediante la confección del mapa de Salinidad-Alcalinidad. Estos valores unidos a las condiciones de drenaje, permitirán la realización de los tratamientos en las medidas que correspondan a cada caso.

Disponibilidad de personal técnico y laboratorio.

Para la puesta en marcha de este programa se cuenta con el siguiente personal técnico:

Un Ingeniero Agrónomo; dos Ingenieros Químicos y con la ayudantía de tres Técnicos Químicos y un Perito Agrónomo.

Con el material con que cuenta el Laboratorio en la actualidad, se puede realizar en forma completa la Primera Parte del plan trazado.

II.B.4. Calidad de los suelos

INFORME COMPLEMENTARIO

II.B.4. Calidad de los
suelos.

INFORME COMPLEMENTARIO

Reconocimiento,
clasificación utilitaria de los suelos y
estudio de recuperación y drenaje
en el área de riego del río Dulce

Memoria descriptiva
del plan de trabajo
en marcha.

Preparado por:

Comisión del Río Dulce

INTA - FAO

Octubre de 1965

INTRODUCCION

La próxima habilitación de las Obras de Regulación del río Dulce, ha creado la necesidad de iniciar los trabajos de inventario e investigaciones destinadas a orientar el mejor aprovechamiento de los recursos agua y suelo en el área del Proyecto del Río Dulce.

Además, la posibilidad de asistencia financiera por parte del Banco Interamericano de Desarrollo exige el aporte de información técnica que apoye las gestiones correspondientes, obtenida a través de metodología de estudio de reconocida eficiencia.

La Comisión del Río Dulce ha encarado la realización de tales trabajos y con ese objeto se ha puesto en contacto con técnicos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y de la F.A.O. (Dr. Robert D. Flannery, contratado por INTA), solicitando asesoramiento para formular un programa de labor.

Como resultado de dichos contactos se presenta un Plan de Trabajo con carácter de etapa inicial, que ha sido preparado por el Ingeniero Agrónomo Elfin Véllez y el Ingeniero Químico Ma-

II. B. 4. (16)

rio Medina, de la Comisión del Río Dulce, con la asistencia del Dr. Robert D. Flannery, técnico de F.A.O., asesor de INTA, y del Ingeniero Agrónomo Miguel A. Ríos, Director de la Estación Experimental Agropecuaria de Colonia Benítez.

Colonia Benítez, octubre 15 de 1965.

1. Ubicación, superficie y límites del área de reconocimiento.

Comprende las áreas de influencia de los canales Norte, Cuarteada, Sur, Bajo Grande, Suri Pozo, Principal Fernández y San Martín hasta el Km 39, en los Departamentos Banda, Robles, Capital y Silípica, de la Provincia de Santiago del Estero, según se ilustra en el plano (C.R.D. 72), con una superficie total estimada de 140.000 Ha. Esta etapa del plan de trabajo proporcionará información, mapas e interpretaciones para un área piloto de 30.000 Ha. En el resto se efectuará el reconocimiento para la determinación de las unidades taxonómicas de suelo y unidades de mapeo.

2. Características principales del área de reconocimiento.

El área de reconocimiento, que se inicia aguas abajo del Dique Los Quiroga, se caracteriza por la presencia del río Dulce, vía de drenaje de tipo de llanura con importantes variaciones estacionales de caudal. La zona objeto de este proyecto se extiende a ambas márgenes.

genes del río, cuyas dos bandas presentan caracteres distintivos. La margen derecha posee una angosta terraza fluvial de poca elevación, seguida de una serie de terrazas bajas, cuyo nivel aumenta suavemente a medida que se alejan del río. La margen izquierda comprende una más extensa terraza fluvial de poca elevación dentro de la cual se presentan bandas de aluviones locales que corresponden a antiguos cursos de drenaje. Sobre ambos lados los suelos se han formado a partir de materiales de textura media con escaso desarrollo de perfil. Existen áreas alcalinizadas y salinizadas cuyo origen obedece a la combinación de dos factores y a la influencia de napas existentes, en la cercanía de la superficie como consecuencia del sobreriego.

3. Entidad iniciadora y organizadora y entidades que cooperan.

Este plan ha sido sugerido por la Comisión del Río Dulce para llenar las exigencias del Banco Interamericano de Desarrollo (B.I.D.) relacionados con la financiación de las obras complementarias del sistema de riego del río

Dulce y aspectos relacionados con la colonización, recuperación y manejo del riego en el área. Su puesta en marcha requerirá la prestación de asistencia técnica especializada en el reconocimiento, clasificación y evaluación de los suelos, a cuyo fin se harán las correspondientes gestiones ante el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

4. Objetivos del plan de trabajo.

Determinar las posibilidades y limitaciones para el riego, recuperación de áreas salinizadas y/o alcalinizadas, y drenaje de la zona en estudio.

Clasificación utilitaria de los suelos como base para el proyecto de colonización y mejor uso de los recursos naturales.

Establecer criterios para la ampliación de estos estudios a otras áreas con posibilidades de riego, como consecuencia de las obras del río Dulce.

Además, los mapas de suelos y sus interpretaciones proporcionarán información que podrá

ser utilizada con diversos fines, tales como Planeamiento del uso de la Tierra, Asistencia Técnica a los Productores, Planificación de Programas de Extensión Agropecuaria, y establecimiento de Programas de Servicios vinculados al riego, Recuperación, Conservación y Manejo del Suelo. El inventario de problemas y áreas-problema permitirá planear los proyectos de investigación y experimentación requeridos para su solución, adjudicándoles la prioridad correspondiente.

5. Tipo de reconocimiento y características a Mapear.

Se trata de un reconocimiento a nivel de semi-detalle. El mapeo incluye: la delimitación de Fases como unidades cartográficas a representar en el mapa básico, el uso actual de la tierra, drenaje e infraestructura. Se utilizará el método de trabajo y código de símbolos cuya descripción se encuentra en la Guía para el Reconocimiento, Mapeo y Clasificación Utilitaria de los Suelos, publicación de la Estación Experimental Agropecuaria de Colonia Benítez (INTA), preparada por Robert

D. FLANNERY y Miguel Angel RIOS. (Biblioteca de la Comisión del Rio Dulce, N° de Reg. 880)

6. Escala de Trabajo y Escala para la publicación de los Resultados.

Para toda el área la escala de trabajo será de 1: 20.000. La escala de publicación será establecida a la finalización de los trabajos.

7. Lista de antecedentes Locales.

Nos remitimos a la nómina de trabajos que figura en las páginas 1 y 2 del punto II. B. 4. Calidad de los suelos, a lo que debemos agregar:

FLANNERY R.D., RIOS M.A. Sugestiones para un Programa de Trabajos y Prioridades para la Estación Experimental de La Banda con motivo de las Obras de Riego del Rio Dulce y Proyecto de Drenaje del Area. 1965 (Biblioteca de la Comisión del Rio Dulce, N° de Reg. 867)

8. Medios de transporte y equipos necesarios.

La puesta en marcha de este plan de trabajo requiere la provisión full-time de dos

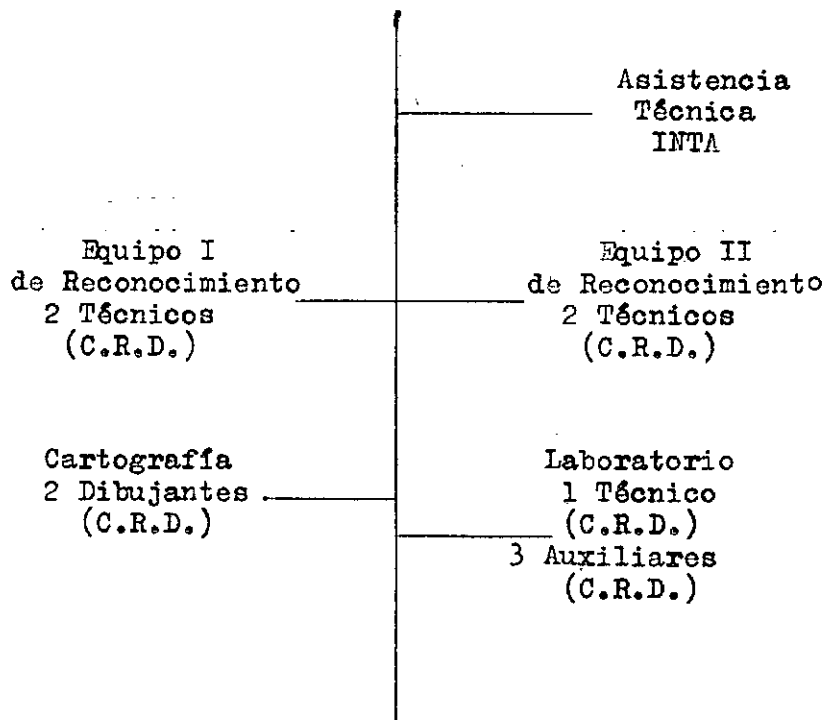
vehículos de transporte, preferentemente tipo pick-up. El equipo necesario se describe en el Apéndice A.

9. Personal requerido y Organismos participantes para los distintos aspectos del Plan.

- a) Reconocimiento y Clasificación de Suelos para diferentes propósitos. (Cubre las prioridades 2,3,6,8 del Informe FLANNERY-RIOS).

Esencialmente esta actividad estará basada en la metodología utilizada por el Bureau of Reclamation del U.S.D.I. (EE. UU.) y requiere la organización y personal que ilustra el siguiente gráfico.

Comisión del
Rio Dulce



- b) Recuperación de Suelos (Cubre prioridad 7).

Esta actividad estará limitada a los suelos de la clase 5 que se establezcan como consecuencia del mencionado sistema de clasificación. El mismo personal técnico que tiene la responsabilidad del aspecto anterior podrá llevar a cabo esta parte del programa, con la ampliación del personal obrero auxiliar hasta el número que se estime necesario.

- c) Investigación de Drenaje (Cubre prioridad 5 a 9).

Esta actividad exigirá una ampliación del personal técnico original a lo cual debe agregarse asistencia técnica especializada adicional y una considerable ampliación del equipo y mano de obra.

- d) Control de Calidad del Agua de Riego (Cubre prioridad 1)

Esta actividad ya ha sido iniciada y se lleva a cabo como una tarea de rutina por la Comisión del Río Dulce.

- e) Ensayos y Experimentación en Riego (Prioridad 4)

Se encuentra en ejecución en la Estación Experimental de La Banda (INTA).

10. Clase, escala, procedencia y disponibilidad de materiales básicos.

Como material básico para el mapeo se cuenta con un juego de fotos aéreas verticales de contacto en escala 1: 35.000 y 1: 30.000 tono brillante de buena calidad. Y un mosaico del mismo juego ampliado a escala 1: 10.000 en acabado mate y brillante. Se requerirá un juego adicional de la escala 1: 35.000 y 1: 30.000 y cuatro juegos de mosaicos sin apoyar que cubran el área, en escala 1: 35.000. También se dispone de material cartográfico que señala la infraestructura y topografía del área, en diferentes escalas. El control primario es suministrado por puntos de apoyo del Instituto Geográfico Militar.

11. Publicación de resultados.

El tipo de publicación que contendrá los resultados de este reconocimiento y de las investigaciones complementarias, como así también el tipo y escala de los mapas a imprimir se de-

II. B. 4. (26)

terminará a la finalización de los trabajos de
campana e interpretación.

12. Fecha estimada de iniciación y finalización de las tareas de campaña
y orden de operaciones para las distintas actividades previstas.

Actividades	Fecha iniciación	Secuencia de operaciones	Fecha finalización	Estimación días-hombre	
				Equipo I y II	Super Asistencia técnica
Reconocimiento y clasificación suelos	2-II-65	3	31-III-65	480	36
Estudios recuperación suelos	1-II-66	4	1-II-67	a determinar	36
Investigación de drenaje	1-III-66	5	1-III-67	a determinar	36
Investigación calidad agua de riego	31-VIII-65	2	31-VIII-66	66	12

Ensayos y experimentación en riego. (En ejecución a cargo Estación Experimental Agrícola La Banda, INTA.)

II. B. 4. (28)

13. Estimación de las tareas analíticas de laboratorio, determinaciones de campaña, compilación de mapas y datos, agrupaciones interpretativas de los suelos para riego y tratamiento de rehabilitación.

La presente estimación comprende solamente a las 30.000 Ha de la denominada área piloto.

- a) Análisis químicos y determinaciones físicas de laboratorio para 320 muestras:
- 240 muestras provenientes de 80 calicatas. Análisis completo según ilustra el apéndice B.
 - 480 muestras provenientes de 240 exámenes con barreno para análisis de rutina para comprobación.
 - 204 muestras de agua para análisis de calidad.
- b) Determinaciones de campaña.
- 420 ensayos para la determinación de permeabilidad por debajo de la napa.
 - 90 ensayos para la determinación de permeabilidad por encima de la napa.

c) Reconocimiento de suelos.

Determinación de las áreas cubiertas por las distintas unidades individuales de mapeo mediante la utilización de planímetro, tabulación e interpretación de los resultados para la redacción del informe técnico.

d) Clasificación de tierras para el riego.

Se delinearán a nivel de semi-detalle las seis clases de tierra que se incluyen en el sistema de clasificación Soil Service Bureau of Reclamation.

Como apoyo para señalar la ubicación de las áreas-problema sujetas a recuperación se preparará un mapa especial de Salinidad-Alcalinidad.

e) Agrupamiento de los suelos en base a las medidas requeridas para su rehabilitación.

Se preparará un mapa que señale las tierras de clase 1 a 6, indicando las medidas o tratamiento necesarios en las mismas, tales como requeri -

mientos para el lavado de sales, corrección de la alcalinidad, necesidades de drenaje, etc.

14. Bibliografía a consultar.

Se indica en la lista que figura en el ANEXO D.

15. Presupuesto del plan de trabajo.

El presupuesto de este plan de trabajo asciende a la cantidad de \$ 1.635.473 según detalle que obra en el apéndice C, dividido en los siguientes conceptos:

Gastos Generales	\$	255.000
Gastos en personal	\$	232.800
Inversiones	\$	929.794
Asistencia Técnica	\$	140.000
Imprevistos 5 %	\$	<u>77.879</u>
Total	\$	1.635.473

Los gastos en personal no incluyen los sueldos del personal técnico profesional y auxiliar que prestan servicio con carácter permanente en la Comisión del Rio Dulce.

El presupuesto cubre los gastos correspondientes al reconocimiento, mapeo y clasificación de los suelos en las 30.000 Ha del área piloto, con las determinaciones y ensayos necesarios para preparar el agrupamiento interpretativo que permita confeccionar los mapas especiales con propósitos para el riego, recuperación de áreas degradadas y drenaje. Además incluye el reconocimiento preliminar para la determinación de las unidades taxonómicas y de mapeo en el resto del área.

A N E X O A

Equipo e instrumental necesario para el desarrollo del plan de trabajo.

Tipo de equipo y materiales

Equipo de campaña

- 2 Juegos barrenos Bucket para ensayos de permeabilidad
- 2 Juegos barrenos completos para muestreo suelos
- 4 Palas de punta
- 4 Cintas de 2 m milimetradas
- 2 Brújulas
- 2 Anteosjos estereoscópicos de campaña
- 2 Tablas de colores Munsell
- 4 Soportes para fotos y fichas
- 1 Cronómetro para campaña
- 1 Bomba de mano para estudio de napas
- 1 Tecnógrafo
- 1 Pantógrafo
- 2 Planímetros

Instrumental analítico y de laboratorio

- 1 Fotómetro de llama

Continúa

A N E X O A (Continuación)

- 1 Medidor de pH
- 1 Puente de conductividad
- 1 Célula de conductividad
- 1 Bomba de vacío 1/4 HP

Nota: En el presupuesto se indican los elementos
cuya adquisición debe efectuarse.

A N E X O B

Tipos y métodos analíticos de laboratorio y determinaciones de campaña.

Tipo de Análisis	Método a Utilizar	Expresión de Resultados	Categoría del Análisis (1)
<u>Químicos</u>			
pH	Potenciométrico	Valor numérico	A, B
Conductividad eléctrica	Puente de conductividad	Milímetros por centímetro	A, B
Capacidad de cambio	Fotómetro de llama	Miliequivalentes por 100 gramos	A
Ca, K iones	Fotómetro de llama	Miliequivalentes por 100 gramos	A
Na intercambio	Fotómetro de llama	Por ciento	A
Mg intercambio	Fotómetro de llama	Por ciento	A
CO ₂ , CO ₂ H, Cl, iones	Volumétrico	Miliequivalentes por 100 gramos	A
			Continúa

A N E X O B (Continuación)

SO4	Gravimétrico	Miliequivalentes por 100 gramos	A
Materia Orgánica	Zafanella	Por ciento	A
Nitrógeno total	Kjeldahl	Por ciento	A
P asimilable	Fotocolorímetro	Partes por millón	A

Físicos

Porcentaje de saturación	Estufa 25°C	Por ciento	A
Análisis mecánico	Pipeta	Por ciento	A, B
Permeabilidad	Permeómetro	Cm por hora	A
Capacidad de campo	Centrífuga	Por ciento	A
Densidad aparente	Volumenómetro	gr/cm3	A

(1) A Completos. Perfiles, modales, área-problema (fertilidad, salinidad, alcalinidad)

B Rutina, para identificación y dudas durante el mapeo.

A N E X O C

Reconocimiento, clasificación utilitaria de los suelos, y estudios de recuperación y drenaje en el área piloto.

Presupuesto

Gastos en personal.

80 Jornales para excavación de calicatas para el reconocimiento de campaña	\$ 30.000
160 Jornales para el personal obrero auxiliar del personal técnico en campaña	\$ 52.800
2 Auxiliares técnicos (sub-profesional) para determinaciones y ensayos en campaña 5 meses	<u>\$ 150.000</u>
Sub-total	<u>\$ 232.800</u>

Gastos Generales.

Combustibles y lubricantes para un recorrido total estimado de 30.000 Km	\$ 60.000
Viáticos para el personal técnico y auxiliar técnico en campaña	<u>\$ 75.000</u>
Transporte	\$ 135.000

II. B. 4. (37)

Transporte	\$ 135.000
Drogas y reactivo para laboratorio	\$ 35.000
Reposición material de vidrio para laboratorio	\$ 25.000
Materiales para construcción permeómetros	\$ 20.000
Gastos eventuales y menores	\$ 15.000
Conservación y reparación vehículos	\$ 25.000
Sub-total	\$ 255.000

Inversiones

2 Juegos completos de barrenos para muestreo suelo	\$ 30.000
2 Juegos barreno tipo Bucket para ensayos permeabilidad	\$ 18.000
4 Palas de punta	\$ 4.000
1 Bomba de mano para estudio de napas	\$ 4.000
2 Tablas de colores Munsell	\$ 6.000
1 Cronómetro de campaña	\$ 12.000

Material fotográfico adicional:

2 juegos copias verticales de contacto 1: 35.000 y 1: 30.000, mate; 4 juegos de mosaicos 50 x 60 cm que cubra el área en 1: 35.000 y 1: 30.000

	\$ 314.794
Transporte	\$ 888.794

II. B. 4. (38)

Transporte	\$ 888.794
1 Bomba eléctrica de vacío para laboratorio	\$ 35.000
2.000 bolsas de polietileno para transporte muestras	\$ 6.000
Sub-total	\$ 929.794

Asistencia técnica.

Para traslado y viáticos de técnicos especializados que prestarán asesoramiento en la puesta en marcha del plan, debe contemplarse una reserva de

	\$ 140.000
Sub-total	\$ 140.000

Imprevistos.

5 % sobre el total del presupuesto	\$ 77.879
Sub-total	\$ 77.879
Total	\$ 1.635.473

A N E X O D

BIBLIOGRAFIA

1. UNITED STATES SALINITY LABORATORY STAFF,
Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. U.S.D.A. Handbook N° 60, 1964. Biblioteca Comisión del Río Dulce. Reg. N° 870.
2. FLANNERY, R.D.A., Suggested Program for Treatment of Reclamation and Drainage Problems in Given Areas. Estación Experimental Agropecuaria, Colonia Benítez, (Chaco). Setiembre, 1964. Biblioteca Comisión del Río Dulce. Reg. N° 871.
3. ESTACION EXPERIMENTAL AGROPECUARIA DE COLONIA BENITEZ, (CHACO), Procedimientos para la conducción de ensayos a campo de permeabilidad mediante un permeámetro de campaña. Información Técnica N° 4. Noviembre de 1964. Biblioteca Comisión del Río Dulce. Reg. N° 872.
4. Ensayos de permeabilidad de suelos debajo de la napa freática. Información técnica

Nº 7. Noviembre de 1964. Biblioteca Comisión del Rio Dulce. Reg. Nº 873.

5. ESTACION EXPERIMENTAL AGROPECUARIA DE COLONIA BENITEZ, (CHACO). Ensayos de Infiltración y rehabilitación de suelos. Información Técnica Nº 1. Octubre de 1964. Biblioteca Comisión del Rio Dulce. Reg. Nº 874.
 6. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE.
Soil Survey Manual. Handbook 18. Agosto de 1964. Biblioteca Comisión del Rio Dulce. Reg. Nº 875.
 7. FLANNERY R. W., RIOS, Miguel A., Guía para el reconocimiento, mapeo y clasificación utilitaria de los suelos. Estación Experimental Agropecuaria de Colonia Benítez, Chaco. Octubre de 1964. Biblioteca Comisión del Rio Dulce. Reg. Nº 867
-

II.B.4. Calidad de los suelos

ESTUDIOS ANTERIORES

A N E X O S I a VI

II.B.4. Calidad de los suelos

ESTUDIOS ANTERIORES

A N E X O I

BANDURA, Iván. Regadío en río Dulce. Zona de
riego en Fernández (Provincia de Santiago
del Estero) Agua y Energía Eléctrica E. N.,
(Buenos Aires, 1953) (Biblioteca de A. y
E.E.)

REGADIO EN RIO DULCE

Zona de Riego en Fernández
(Provincia de Santiago del Estero)

Suelos y aptitudes para el riego

La zona de riego en Fernández está comprendida entre la población de Santiago del Estero y la Estación Fernández. Además, pasando Fernández, hay otra zona que se llama la "Propiedad Fiscal". Ambas zonas están ubicadas entre el Ferrocarril General Bartolomé Mitre y el río Dulce y ocupan una superficie total de:

a)	Zona de riego en Fernández	53.000 Ha
b)	Zona Propiedad Fiscal	<u>5.500 Ha</u>
	total	58.500 Ha

A los estudios edafológicos preliminares se los ha realizado en escala 1: 100.000 con los siguientes resultados:

1)	Excavado de calicatas	195
2)	Pruebas de permeabilidad de los suelos	93
3)	Muestras de suelos extraídas	52
4)	Muestras de aguas tomadas	5

5) análisis químicos realizados en
campana

80

Para la determinación de la aptitud de los suelos para el riego, es necesario estudiar:

- a) Los suelos propiamente dichos
- b) Subsuelos
- c) Profundidad de la napa freática
- d) Permeabilidad de los suelos
- e) Necesidad del drenaje, etc.

Con éstos datos, se pueden clasificar los suelos según su aptitud para el riego, excluyendo los terrenos inaptos.

1. Clima

Sobre la formación de los suelos y el desarrollo de las vegetaciones, ejerce mucha influencia el clima, que acondiciona la temperatura, ni los sedimentos pluviales ni la temperatura son suficientes factores para definir el clima, para lo cual hay que precisar la relación entre la cantidad de los sedimentos pluviales y las evaporaciones; éstas últimas son los principales factores para la vegetación y formación de los suelos.

M E S E S

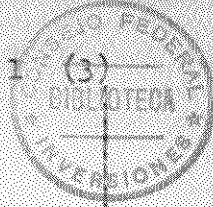
S. del E.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a)												
1873/907	72	81	116	40	15	6	6	2	15	39	54	24
b)												
1913/37	96,7	90,2	78,2	42	611,4	8,2	6,9	7,4	13,9	26,5	60,9	100,7
La Banda												
1913/37	90,3	90,1	78,7	40	712,3	4,8	4,7	8,6	15,1	23,8	61,5	94,5

Totales anuales: S. del E. a) 530; b) 543,6. La Banda 526.

1) Nota: DIRECCION DE METEOROLOGIA, GEOFISICA E HIDROLOGIA. Publicación

Nº 2. (Buenos Aires, 1943).

2. 4. ANEXO



II. B. 4. ANEXO 1 (4)

La tabla anterior demuestra la distribución pluvial en cada mes, durante dos períodos de 1873 - 1907 y de 1913 - 1937.

Como se puede ver en esta tabla, la máxima altura pluviométrica anual se registra en verano y otoño, y un mínimo, en invierno y primavera. También no hay mucha diferencia de precipitación entre La Banda y Santiago del Estero y solamente entre los años 1873-1907 en marzo el promedio mensual de lluvia alcanza a 116 mm.

La temperatura varía en forma distinta de la precipitación pluviométrica, conforme se puede apreciar en la tabla de la página siguiente:

MESES	Prome dio	Promed. máx.	Promed. mín.	Absol. máx.	Absol. mín.
1	28,5°	35,5°	20,3°	46,0°	13,0°
2	27,2	34,4	20,3	44,0	12,0
3	24,8	31,5	19,4	41,7	11,2
4	21,0	27,3	15,4	39,0	5,5
5	17,0	24,1	11,4	34,0	-1,0
6	14,4	19,6	7,3	20,3	-2,5
7	14,4	20,6	7,5	33,0	-3,0
8	15,7	23,5	8,6	35,2	-2,5
9	20,3	28,5	12,7	41,5	0,3
10	23,0	30,5	15,6	43,7	7,0
11	26,6	32,7	18,1	44,8	10,0
12	27,4	34,0	20,4	43,8	12,3
Anual	21,7	28,5	14,8	46,0	-3,0

La temperatura es muy variable y se registran diferencias de más de 49°, la máxima de 46° a la sombra, fué observada en Enero y la mínima absoluta de -3,0 bajo cero, fué observada en Julio.

Corresponde incluir esta región en la clasificación de subtropical, con altas temperatu-

II. B. 4. ANEXO 1 (6)

ras de verano e inviernos suaves, de isoterma anual; algo mayor de 21° isoterma de verano 30°, de invierno 15°.

La variación diaria de la temperatura del día y la noche también es reducida. En los inviernos se presentan heladas bastantes livianas.

Los vientos en esta zona no son tan fuertes y crudos, generalmente soplan del norte y noroeste, se registran en las siguientes tablas:

Frecuencia de los vientos en escala de 1000

MESES	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	CALMA
1	211	166	204	182	66	5	2	5	159
2	233	148	160	174	100	14	5	2	164
3	224	165	127	136	23	45	2	4	204
4	218	205	105	87	209	2	7	4	163
5	247	176	97	155	80	9	2	6	228
6	229	130	135	151	101	9	11	2	232
7	214	100	110	193	121	13	6	0	243
8	163	122	145	202	130	11	4	2	221
9	240	152	94	154	143	29	9	31	148
10	202	240	147	155	140	11	4	0	101
11	225	160	133	211	111	18	0	4	138
12	257	190	147	170	104	0	11	7	114
Anual	222	163	134	164	117	14	5	5	176

De estos datos se desprende que durante años los vientos de O, SO y NO casi no existen, registrándose mucha calma en otoño e invierno.

Todos estos factores del clima influyen sobre la edafización de los suelos y la formación de sus distintos tipos, porque sobre la destrucción de la materia orgánica, la evaporación, la erosión, etc., cada una tiene sus propias condiciones.

2. Hidrogeología.

En esta zona, como no hemos tenido a la vista los resultados de los estudios hidrogeológicos que se hayan realizado podemos dar breves características de subsuelos; la profundidad de la napa freática y sus condiciones, química por si fuera necesario preparar drenajes para los terrenos donde la proximidad de la napa puede influir sobre la salinización de los suelos.

La primera terraza inundable se compone de sedimentos fluviales actuales en general con composición mecánica areno-limosa y arenosa, con una profundidad de la napa desde 80 cm a $1\frac{1}{2}$ m. La napa freática es dulce y tiene contacto con el río. Esta zona termina con una pequeña barranca de 2-3 m de altura y una distancia de río desde $\frac{1}{2}$ Km a más de 1 Km.

Más adelante del río sigue una llanura, son

II. B. 4. ANEXO 1 (8)

sedimentos de limo lacustre postglacial y actual a una profundidad de 1 a 2 m se encuentran las arenas gruesas y arena fina, que se puede apreciar en los perfiles esquemáticos de suelos N° 1-2 (Vilmer, Beltrán a río Dulce). Según el mapa hidrogeológico del Doctor Augusto TAPIA (1) toda esta zona está cubierta con limo lacustre. La napa freática en esta zona se encuentra más profunda que en la zona anterior (desde 5 a 10m) aumentando su profundidad en dirección del ferrocarril. Aquí la napa es salada y poco amarga. Esta profundidad sigue aproximadamente hasta una distancia de 3-5 Km del río y después alejándose del mismo, la napa baja en esta tercera zona, desde 10 a 18 m.

En la parte de Beltrán-Fernández el limo lacustre tiene más espesor (a veces más de 10 m calculando por los pozos de agua). Pero en algunas partes se encuentran terrenos con la composición mecánica más liviana limo arenoso. Además existe un valle del río muerto con sedimen-

TAPIA, Augusto. Primer mapa hidrogeológico general de la República Argentina (1941).

tos fluviales antiguos que cruzan esta zona, casi desde el Vilmer Beltrán hasta el Yaso. Esta parte tiene más depresiones de tierra más salitrosa, con la napa profunda y salada; por eso no es necesario preparar una red de drenaje artificial por que casi en todas partes de la zona existe un buen drenaje natural.

Podemos también tratar de las aguas de diferentes calidades, que se encuentran en esta zona. Así tenemos 5 muestras:

- Nº 1 - del pozo en Fernández
- Nº 2 - del canal de Fernández
- Nº 3 - del pozo en Beltrán
- Nº 4 - Dique Los Quiroga
- Nº 5 - Canal Principal - boca-toma.

Las muestras de ambos pozos (Nº 1-3) son casi similares entre sí y presentan un residuo salino de alrededor de 1500 mgr/l, constituidos, en general, por sulfatos y cloruros.

El agua del canal en P. Fernández (Nº 2) es de baja salinidad alrededor de 500 mg/L de sales totales, constituidas especialmente por sulfatos y cloruros alcalino térreos y alcalinos. La relación de los iones alcalinos entre alca-

II. B. 4. ANEXO 1 (10)

linos térreos es del orden de 0,6 pudiendo considerarse por el valor del coeficiente de alcali ($K = 32$), como agua buena para el riego.

Las muestras (N° 4-5), provenientes de Dique Los Quiroga y Boca Toma, son semejantes entre sí, con muy bajo contenido salino, alrededor de 250 mg/L de sales totales, constituido por cloruros y sulfatos alcalinos y alcalino térreos, según el valor del coeficiente de alcali ($K=52$ y 42) las aguas son muy buenas para el riego.

3. Flora:

La vegetación en esta zona no es muy abundante y formada por los grupos específicos ya indicados, que dependen de los diferentes tipos de suelos. A estas vegetaciones las dividimos en los siguientes grupos:

- a) Sobre suelos de pradera, que ocupan terrenos cercanos al río e inundables, crecen bien.
 - 1) Chilca (*Bacharis* sp)
 - 2) Junquillo (*Sporobulus* sp)

- 3) Paja vizcachera (*Stipa* sp)
- 4) Algarrobo-aisladamente (*Prosopis alba*)
- b) Sobre suelos salinos con salitre
-soloncha-, que ocupan en general las depresiones (5,6% del terreno), crecen:
 - 1) Jume o vidriera (*Suaeda divaricata*)
 - 2) Cactus de diferentes clases
 - 3) Molle (*Schnues* sp)
 - 4) Algarrobo (*Prosopis alba* y *Prosopis nigra*)
- c) Sobre suelos amarillos, que ocupan las llanuras (más de 90% del terreno) crecen en general alto:
 - 1) Brea (*Gercidium australe*)
 - 2) Tusca (acacia aroma)
 - 3) Quebracho blanco y colorado (*Aspidosperma* Quebracho blanco-*Schinopsis Lorentzii*)
 - 4) Chañar (*Geoffrea decorticans*)
 - 5) Cactus
 - 6) Algarrobo (*Prosopis alba*)

Sobre los mismos suelos, con composición mecánica más liviana (areno-limosa), se encuentran

II. B. 4. ANEXO 1 (12)

además: 7) Jarilla, 9) Atamisqui, etc.

En general, toda esta zona está ocupada con monte alto, aproximadamente 30% de la superficie.

4. Suelos

En esta zona hay una abundante precipitación y temperaturas elevadas, por eso la edafización es más rápida y ejerce su acción a mayores profundidades. En este caso la materia orgánica tiene una descomposición drástica y los materiales solicitados se han destruido rápidamente. De este modo se forma un material de suelo amarillo o rojizo con un contenido alto de sesquióxidos de aluminio, hierro y bajo de silicio. Suelo amarillo pertenece al tipo de suelos lateríticos y corresponde a una transición de suelos rojizos o suelos podsólicos.

El Prof. M.O. BUCKMAN (2) muestra un ejemplo de Cuba donde se ha formado un suelo con 1,8% de SiO_2 y 71,1% de Fe_2O_3 a partir de una roca madre con 419% de zinc y solo 7,8% de Fe_2O_3 .

Además del clima sobre la formación de los distintos tipos de suelos, influye, el subsuelo, la composición mecánica, el relieve, la vegeta-

ción, etc. Sobre la formación de los suelos salinos y alcalinos ejercen influencia los subsuelos salitrosos, donde no hay buen drenaje y la napa freática es salada y amarga.

A los suelos existentes los hemos dividido en los siguientes tipos y grupos genéticos: (Ver planos de suelos).

Los suelos amarillos, ocupan, en general las llanuras, sobre limo lacustre y son mejores en esta zona. Los suelos indicados no tienen estructura, con poca materia orgánica, sin arcilla y casi no se encuentra carbonato de calcio, por eso muy fácil se puede destruir estos suelos por falta de los tres elementos anteriores, que forman su estructura. No poseen la plasticidad y cohesión necesaria y por lo tanto la capa superior es suelta y porosa, con una granulación particular, que facilita la entrada del agua. Para mejor ilustración presentamos la composición morfológica de las descripciones de las calicatas típicas (Ver descripción de las calicatas N° 21 - 53 - 90 - 115).

El suelo amarillo salobre se encuentra entre

II. B. 4. ANEXO 1 (14)

los suelos amarillos y ocupa los terrenos poco más bajos, donde los subsuelos tienen sales solubles y su composición mecánica es más limosa. Por su salobridad estos suelos se dividen en tres grupos: a) poco salobres; b) salobres y c) muy salobres. En general, por su morfología, esta salobridad se puede determinar por la dureza en la segunda capa iluvial, y por la presencia de la estructura terronosa y poco prismática. (Ver descripciones de las calicatas N° 1 - 59 - 27 - 125 - 148).

Los suelos oscuros de las depresiones ocupan las pequeñas depresiones, donde se encuentra poco más humedad y por eso tenemos las vegetaciones más desarrolladas y densas. Estos suelos son más húmiferos y más oscuros, con estructura terronosa y prismática. Además estos suelos tienen la composición mecánica pesada limo-arcillosa y el segundo horizonte más duro que el primero. (Ver descripción de la calicata N° 36).

Los suelos salinos y alcalinos son intrazo-

nales y se encuentran en todas las partes de la zona de riego, donde hay depresiones. Los suelos salinos o solonchak, ocupan terrenos más grandes (4,9 %) y los suelos alcalinos (0,6 %).

Este tipo de suelo se encuentra casi en todas partes de la República, donde se aproxima la napa freática salada o subsuelos salitrosos.

El Geólogo STELZNER (3) escribió que en todas las zonas, donde las vegetaciones son densas y hay mal drenaje natural, se forman suelos salitrosos que tiene películas de las sales de la superficie. Los suelos salitrosos ocupan, en general las depresiones, que tienen a veces muchos kilómetros.

El solonchak se caracteriza por la presencia de muchas sales solubles, sin estructura, de diferente composición mecánica y con mala composición física. Por la calidad y cantidad de las sales, los suelos se dividen:

- a) Solonchak con salitre blanco
- b) Solonchak con salitre mojado

En ellos la napa freática es profunda y actualmente no incluye sobre formación de las mismas, pero influye el subsuelo, que tiene bastantes sales solubles, como cloruros, sulfatos de sodio. (Ver la descripción N° 23-187 y el plano de los suelos).

El solonchak mojado tiene mucho más sales solubles que el solonchak anterior, donde hay cloruros de calcio, cloruros de magnesio, cloruros de sodio, etc. Por la presencia de cloruros de calcio (Cl_2Ca) el primer horizonte y la superficie tiene color obscuro y a veces casi negro, con película de sales sobre la superficie y tiene mucha humedad que absorbe el Cl_2Ca . Por eso estos suelos están casi siempre poco mojados y esponjosos. (Ver descripción N° 42).

El suelo alcalino (solonetz) tiene origen de

- (2) Prs. T. L. LYON y M. O. BUCKMAN, Edafología, 1947. saj. 265.
- (3) Beitrage sur Geologie u Paleontologie d. Argentin Republ. 8, 1885.

solonchak, pero en el primer horizonte casi no tiene sales solubles, que están a más profundidad. Por la morfología, el solonetz se divide en dos principales horizontes -eluvial e iluvial- El primer horizonte se caracteriza por su color gris claro, de estructura laminar y su separación muy pronunciada de otro horizonte. El horizonte iluvial tiene color marrón oscuro de estructura prismática, de composición mecánica limosa y limo-arcillosa, dura, por que ésta capa tiene más coloides que el horizonte anterior. La parte baja de este horizonte es menos dura; su división en los prismas poco a poco desaparece y el color se presenta menos fuerte.

Cuando el suelo está saturado con sodio (Na) y tiene contacto con agua, una parte de sodio disuelve y se aparece una reacción alcalina y en el líquido se elevan los iones (OH). La presencia de los últimos hace que el humus se presente en forma de sales y los coloides minerales, aparecen en suspensión, y todos estos por las condiciones de la movilidad es muy fácil pasar a más profundidad. Este movimiento llega hasta la formación ($\text{CO}_3 \text{ H NA}$) y también se termina ésta movilidad al encuentro de las sales en las capas

II. B. 4. ANEXO 1 (18)

más profundas y donde el agua gravitada se cambia en agua molecular. Por eso, en el horizonte iluvial tenemos la floculación de los coloides que forman la dureza color obscuro y estructura prismática por influencia del agua que penetra abajo por las grietas o influye en la formación de la misma. (Ver descripción de las calicatas N° 35-45).

Los suelos de pradera se encuentran en la primera terraza del valle del río y ocupan terrenos de poca extensión (0,3% de la superficie). Sobre la formación de estos suelos influye la napa freática y la abundancia de vegetación, que se descompone y forma el humus. El suelo tiene las siguientes características morfológicas: El horizonte humífero tiene un espesor de 40-50 cm y algunas veces más, color gris obscuro, sin estructura. Más abajo, la intensidad del color disminuye, la humedad se aumenta, lo que indica la presencia próxima de la napa freática. (Ver descripción de la calicata adelante N° 20).

Los sedimentos fluviales actuales se encuentran en la primera terraza cerca del río, que se inunda y luego deja algunas capas de sedimentos. Existen muchos brazos secos del río, con relieve

ondulado y llano, por eso la inundación se queda sedimentada con los distintos espesores y composición mecánica. Algunas partes son arenosas, areno-limosas o limosas y ésta distribución depende de la distancia de la corriente del río, en tiempos de inundación. Debido a la complejidad del relieve, la napa freática tiene distintas profundidades -desde 80 cm a 2 m- por eso hallamos vegetación más densa y desarrollada, que es en las llanuras de las terrazas más altas.

Los sedimentos fluviales antiguos se encuentran solamente en el zanjón del río muerto, que cruza el terreno desde Vilmer-Beltrán hasta Yaso. Este zanjón tiene muchos brazos secos con diferentes profundidades y anchuras (desde 50 m hasta 1 Km). Casi todas las partes del río muerto está ocupado con monte alto de mayor desarrollo que en la llanura.

Los bordes de éste zanjón tienen una composición mecánica arenosa o areno-limosa y el fondo es limo-arenoso o limoso. Existen capas finas de distinta composición mecánica y muchas veces más abajo de 1 m se encuentra arena fina o gruesa. (Ver calicata N° 22).

La arena eólica se encuentra en general cer-

ca del río y algunas veces cerca del río muerto, esos pequeños médanos que por su escasa extensión no se pudo marcar sobre el plano en esta escala. Cerca de la acequia Cartes (Villa Robles) hay médano que ocupa una superficie aproximada de 5 Ha (0,009%); con relieve ondulado y con o sin vegetación. Estos médanos inaptos para el riego por su pobreza de materia orgánica y pequeñez de los mismos.

La arena poco humífera raramente se encuentra y ocupa los pequeños terrenos que no tienen mucha importancia para la agricultura. Sobre esta arena hay vegetación, pero muy poca, de escaso desarrollo y muy esparcida. Esta arena es poco humífera y debido a ello, su color es amarillo grisáceo. Los terrenos son medianamente aptos para cultivos con riego, que por falta de materia orgánica, requieren abono químico y vegetal.

5. La permeabilidad de los suelos.

La permeabilidad útil de los suelos ha sido determinada sobre los principales tipos y grupos, con una repetición duplicada por intermedio de cilindros especiales con diámetro de 15 cm de

altura (Ver foto N° 16). La experimentación en general se realizó sobre los tres horizontes genéticos hasta la profundidad de 1 m (superficie 50 cm y 100 cm). Los cilindros graduados se llenaron con $1\frac{1}{2}$ litros de agua y con un cronómetro se observaba cada 5 minutos la cantidad de agua que penetraba en el suelo, calculándose entonces el coeficiente de filtración que se representaba gráficamente.

La permeabilidad de los suelos depende en primer término de la dimensión de los poros, es decir de su composición mecánica y del grado de su estructura. La composición mecánica y la cantidad de los coloides influye no sólo en la permeabilidad del suelo, sino también en la capacidad de absorción del agua. Esta capacidad es más pronunciada en los suelos arcillosos, que en los arenosos. En general el agua pasa con gran facilidad por los suelos con rodados o arena; los suelos limosos son de una permeabilidad muy inferior. Cuando el suelo tiene más coloides, la filtración es menor y la presencia de una fina capa arcillosa disminuye notablemente.

La permeabilidad de un suelo depende también de la absorción de las bases del suelo: la pre-

sencia de sodio (Na) en los suelos, disminuye la filtración, debido al crecimiento de las partículas humedécidas del suelo. En los casos en que se nota sobre la superficie de suelos un aumento de la densidad y colmatación (por ejemplo el solonetz), el agua filtra hacia abajo muy despacio, estacionándose sobre la superficie y evaporándose sin utilidad alguna. Podemos decir más: que se torna perjudicial para la vegetación, pues convierte en superficie en un lodasal temporal y las plantas sufren la escasez de oxígeno en los suelos.

En esta zona de riego hay muchos suelos arenosos muy variables en su permeabilidad. Las arenas muy distintas y tienen una mezcla de arcilla de varios grados, pues alrededor de cada partícula coloidal, que influye sobre la propiedad de absorción y de la permeabilidad de los suelos.

En la lucha contra la sequía, los suelos arenosos demuestran tener cualidades muy ventajosas, debido a su poca capilaridad ya que no favorecen el desplazamiento horizontal del agua a las arenas. El agua absorbida por las arenas bajo la acción de la fuerza de gravedad y mole-

cular, se filtra hacia abajo con rapidez. El suelo arenoso se seca tan sólo en una pequeña profundidad encontrándose más abajo la presencia de agua, que no puede subir por la falta de capilaridad. En estos casos los depósitos de agua en las arenas pueden ser aprovechados por la vegetación si es que debajo de las mismas se encuentra una capa arcillosa que estorba el drenaje.

En esta zona la permeabilidad de los suelos, distribuidos por toda la zona se puede determinar en cualquier lugar de la misma. Ofrecemos los resultados de la experimentación en la siguiente tabla. (Ver gráficos de la permeabilidad).

LA PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS

Tipo de los suelos	Horizonte profundidad	Composición Mecánica	Coefficiente de la Permeabilidad	Filtración cm ³ Minuto	Pozo No
Amarillo Limoso	1-0 cm	Limoso	C=0,065	693	37
	2-50 cm	Limoso-arenoso	0,18	1462	
	3-100 cm	Arenoso	2,13	1500	
Amarillo limo-arenoso	1-0	Areno-limoso	C=0,15	1500	39
	2-50	Limoso-arenoso	0,13	1500	
	3-160	Arena	4,26	1500	
Solonchak esponjoso, limoso	1-0	Limoso	C=0,024	255	42
	2-50	Limoso	0,087	922	
	3-100	Limoso	0,062	660	
Amarillo limo-arenoso	1-0	Areno-limoso	C=0,170	1500	43
	2-50	Limoso-arenoso	0,243	1500	
	3-100	Limoso	0,170	1500	

LA PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS

Tipo de los suelos	Horizonte Profundidad	Composición Mecánica	Coefficiente de la Permeabilidad	Filtración cm3 Minuto	Pozo No
Alcalino (Salonetz)	1-0 cm	Limoso	C=0,043	457	60
Limoso	2-50 cm	Limoso	0,084	390	60
	3-90 cm	Limoso	0,031	330	60
Solonchak	1-0	Limoso	C=0,034	360	65
c/salitre	2-40	Limoso	0,088	930	65
blanco limoso	3-100	Limoso	0,088	930	65
Amarillo	1-0	Limo-arenoso	C=0,087	1005	65
Limo-arenoso	2-40	Limo-arenoso	0,105	1110	65
	3-100	Limo-arenoso	0,046	425	65
Amarillo	1-0	Areno-limoso	C=0,276	1462	30
Areno-limoso	2-50	Areno-limoso	0,284	1500	30
	3-70	Limo-arenoso	0,276	1425	30

II. B. 4. ANEXO 1 (26)

LA PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS

Tipo de los suelos	Horizonte Profundidad	Composición Mecánica	Coefficiente de la Permeabilidad	de la Filtración cm ³ Minuto	Pozo N°
Amarillo Limoso	1-0 cm 2-50 cm 3-100 cm	Limoso Limoso Limo-arenoso	C=0,05 0,10 0,81	525 1020 1425	73
Amarillo Limoso	1-0 2-40 3-100	Limo-arenoso Limoso Limoso	C=0,108 0,204 0,15	1132 900 750	80
Amarillo Salobre, Limo arenoso	1-0 2-50 3-100	Limo-arenoso Limo-arenoso Limo-arenoso	C=0,09 0,213 0,093	960 1500 825	94
Amarillo Limoso	1-0 2-50 3-100	Limoso Limoso Limoso	C=0,079 0,063 0,085	840 675 900	89

LA PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS

Tipo de los suelos	Horizonte Profundidad	Composición mecánica	Coefficiente de la permeabilidad	Filtración cm ³ Minuto	Pozo Nº
Arena poco humífera	1-0 cm 2-55 cm 3-95 cm	Arenoso Arenoso Arena	C=0,10 0,15 3,40	1500 1500 1500	85 55 2
Amarillo Salobre, Limo Arenoso	1-0 2-50 3-100	Limo-arenoso Limo-arenoso Limoso	C=0,113 0,090 0,120	1200 960 1500	60 60 60
Amarillo	1-0 2-50 3-100	Limo-arenoso Limo-arenoso Limoso	C=0,120 0,170 1,113	1275 1500 1200	60 50 60
Amarillo Limoso	1-0 2-50 3-100	Limoso Limoso Areno-limoso	C=0,095 0,099 0,034	1005 1050 1500	60 60 25

II. B. 4. ANEXO 1 (27)

LA PERMEABILIDAD DE LOS SUMOS

Tipo de los suelos	Horizonte Profundidad	Composición Mecánica	Coefficiente de la Permeabilidad	Filtración cm ³ Minuto	Pozo N°
Amarillo	1-0 cm	Limo-arenoso	C=0,269	1425	30
Limo-arenoso	2-50 cm	Limo-arenoso	0,284	1500	30
	3-100 cm	Areno-limoso	0,269	1426	30
Amarillo,	1-0	Limoso	C=0,106	1125	60
Salobre	2-50	Limoso	0,170	1500	50
Limoso	3-100	Limo-arenoso	0,130	1470	55
Amarillo	1-0	Limo-arenoso	C=0,113	1200	60
Limo-arenoso	2-50	Limoso	0,284	1500	30
	3-90	Limoso	0,116	1230	60
Solonchak,	1-0	Limo-arenoso	C=0,085	900	60
c/salitre	2-50	Limo-arenoso	0,127	725	40
blanco, li-	3-100	Limo-arenoso	0,059	630	60
mo-arenoso					

LA PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS

Tipo de los suelos	Horizonte Profundidad	Composición Mecánica	Coefficiente de la Permeabilidad	Filtración cm ³ Minuto	Pozo Nº
Amarillo	1-0 cm	Limo-arenoso	C=0,142	1500	60 144
Salobre, Limo arenoso	2-50 cm 3-100 cm	Limo-arenoso Limo-arenoso	0,113 0,085	1200 900	60 60
Amarillo	1-0	Limo-arenoso	C=0,105	1110	60 154
Limo-arenoso	2-50 3-100	Limo-arenoso Limoso	0,278 0,099	1350 1050	60 60
Salonetz Limoso	1-0 2-40 3-80	Limoso Limoso Limoso	C=0,099 0,278 0,085	1050 1350 900	60 60 60 157
Amarillo	1-0	Areno-limoso	C=0,161	1425	50 164
Areno-limoso	2-50 3-100	Areno-limoso Areno-limoso	0,134 0,213	1425 1500	60 40

LA PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS

Tipo de los suelos	Horizonte Profundidad	Composición Mecánica	Coefficiente de la Permeabilidad	Filtración cm ³ Minuto	Pozo Nº
Solonchak, Limoso	1-0 cm	Limo-arenoso	C=0,035	375	60 176
	2-50 cm	Limoso	0,170	1500	50
	3-90 cm	Limoso	0,231	1425	35
Amarillo muy salobre, Limoso	1-0	Limoso	C=0,029	315	60 182
	2-40	Limoso	0,187	1155	35
	3-90	Limoso	0,120	1275	60
Solonchak, c/salitre blanco	1-0	Limo-arenoso	C=0,066	720	60 188
	2-40	Limo-arenoso	0,170	1500	50
	3-90	Limoso	0,127	1350	60
Amarillo Limo-arenoso	1-0	Limo-arenoso	C=0,170	1500	50 191
	2-50	Limo-arenoso	0,20	1237	35
	3-90	Limo-arenoso	0,170	1500	50

LA PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS

Tipo de los suelos	Horizonte Profundidad	Composición Mecánica	Coefficiente de la Permeabilidad	Filtración cm3 Minuto	Pozo Nº
Amarillo, limoso	1-0 cm	Limoso	C=0,294	1387	35
	2-50 cm	Limoso	0,170	1500	50
	3-100 cm	Limoso	0	1200	60
Amarillo, Salobre, limoso	1-0	Limoso	C=0,042	553	75
	2-50	Limoso	0,027	315	65
	3-100	Limoso	0,048	630	75
Amarillo, Limoso	1-0	Limoso	C=0,092	937	60
	2-50	Limoso	0,036	378	60
	3-100	Limoso	0,071	750	60

II. B. 4. ANEXO 1 (32)

Nota: Coeficiente de permeabilidad:

$C = 1 \text{ cm}^3$ de agua sobre 1 cm^2 por 1 mm

Con estos datos se puede observar que la permeabilidad de los suelos en esta zona es muy variable. En general, casi el 70% de estos suelos son de una composición mecánica liviana, bastante permeable y los otros permeables y poco permeables, dependen de las condiciones físico-químicas. Prácticamente todos los tipos de suelos por sus permeabilidades se pueden dividir en cinco grupos:

Nº	Permeabilidad	Coeficiente	Tipos
1	Muy permeable	$C = 2,13$ $4,26$	Arena
2	Permeable	$C = 0,27$ $0,17$	Suelos amarillos a) Areno-limosos. b) Limo-arenosos.
3	Medianamente permeable	$C = 0,14$	Suelos amarillos. salinos. a) Limo-arenosos. b) Limosos.
4	Poco permeable	$C = 0,06$	Solonchak. Solonetz. a) Limo-arenosos.
5	Escasamente permeable	$C = 0,02$	Solonchak Solonetz a) Limosos.

Esta clasificación es muy esquemática, y sirve para dar un orden a esta experimentación. En general la menor permeabilidad se encuentra en los suelos de composición mecánica más limosa y más salitrosa.

6. Los suelos y sus aptitudes para el riego

El agua de riego es el principal factor que cambia lentamente todo el régimen del suelo; lava las sales solubles, cambia la morfología, la posición de la napa, la vegetación, etc. Pero muchas veces con el riego se puede obtener no solamente resultados positivos, sino también negativos, que da cuenta la bibliografía del riego y la edafología.

Los suelos en esta zona no son iguales y no todos aptos para el riego. Los datos de los estudios y la clasificación según su aptitud, permiten agruparlos del modo siguiente:

Nº	Aptitud para el riego	Tipos de suelos	Ha	%
1	Terreno apto	Suelos amarillos, suelos de pradera, sedimento fluvial antigua	53.475	91,2
2	Terreno medianamente apto	Arena poco humifera	130	0,2
3	Terreno que requiere abono químico	Suelos salinos y alcalinos	3.390	5,7
4	Terreno inundable	Sedimentos fluviales actuales	1.750	3,0
5	Terreno inapto	Arena eólica	5	0,008
Total			58.550	

Al primer grupo pertenecen los mejores suelos, que ocupan la llanura de esta zona.

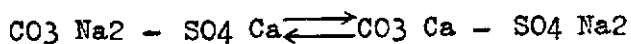
El segundo grupo, zona medianamente apta, abarca arena poco humífera, que se encuentra en poca cantidad en pequeñas superficies en las diferentes partes de la zona. En general, el subsuelo es también arenoso, con algunas capas finas limosas de poca permeabilidad. Este terreno es muy pobre y necesita de un abono orgánico y mineral.

El tercer grupo, zona apta con abono químico, se compone de suelos salinos y alcalinos, cuya explotación racional es posible, cambiando sus propiedades físicas mediante la aplicación de yeso y otros abonos. A veces con los riegos en los suelos alcalinos (solonetz) puede formarse el salitre negro ($\text{CO}_4 \text{Na}_2$), primeramente en forma de hidrocarbonato ($\text{CO}_3 \text{H Na}$) y después como carbonato, cuya influencia es muy perjudicial para las plantas.

En este caso las bases absorbidas de sodio se convierte en hidrógeno (H), mientras que las propiedades físicas de estos suelos no mejoran. En el caso de la aplicación del yeso, cuando expulsemos el complejo absorbido de sodio (Na), y

II. B. 4. ANEXO 1 (36)

lo reemplacemos por el calcio, las propiedades físicas de suelos se cambian sobre manera. El horizonte iluvial muy denso, lentamente se destruye aumentándose notablemente la permeabilidad del suelo para el agua y el aire, lo que es de gran utilidad para la planta. Al mismo tiempo el proceso aludido no facilita la formación del salitre negro y el que existe, se convierte en forma de sulfato de sodio ($\text{SO}_4 \text{Na}_2$) cuando el sulfato de sodio se elimina por lavado:



Sobre estos terrenos salitrosos hay distintos cultivos, pero de poca cosecha, presentando muchos manchones sin cultivos sobre la superficie. El agua en los suelos alcalinos contiene grandes porcentajes de sales en solución. Las plantas, que crecen en suelos alcalinos irrigados, están generalmente manchadas y raquíticas y sus hojas amarillas, si el álcali es fuerte.

El cuarto grupo, terreno inundable, abarca sedimentos fluviales actuales, que tienen la napa freática próxima por lo cual la vegetación es más desarrollada y densa. Existen algunos terrenos muy fértiles donde se pueden cultivar algunos

horticales sin riego, después cuando baja la crecien-
te del río. Dentro de este grupo hay apro-
ximadamente más de 30% de tierra inapta, por su
relieve ondulado por los brazos del río, por are-
nas, pantanos, etc.

El último grupo, terreno inapto, es arena,
pero se encuentra escasamente enferma de méda-
nos, cerca del río y cerca del zanjón del río
muerto. La arena tiene tan poca extensión que
no es posible marcar sobre el plano y tampoco se
puede explotar para los cultivos porque carece
de materia orgánica.

Al final es necesario hacer notar que en es-
tas condiciones de clima, donde se trata de au-
mentar en lo posible la humedad para obtención
de mejores cosechas, el papel, que pueden desem-
peñar las cortinas forestales, es de mucha
importancia. Arbolando los canales, disminuirá
la intensidad de la evaporación, obstaculizando
al mismo tiempo la rapidez de los vientos secos,
cuya influencia sobre los cultivos puede ser fa-
tal.

Octubre de 1953

J. BANDURA.
Profesor Edafólogo

II. B. 4. ANEXO 1 (38)

DESCRIPCION DE LOS SUELOS

Nº	Tipos de grupos de los suelos	Composición Mecánica	Nº Pozos	Tipos y grupos de los suelos	Composición Mecánica
1	Suelo amarillo salobre	Limoso	41	Suelo amarillo	Limo-arenoso
2	Suelo amarillo	Areno-limoso	42	Solonchak esponjoso	Limoso
3	Suelo amarillo	Limoso	43	Suelo amarillo	Limo-arenoso
4	Suelo de Pradera	Limo-arenoso	44	Suelo amarillo	Limoso
5	Suelo amarillo salobre	Limoso	45	Solonetz prismático	Limoso
6	Solonchak con salitre	Limoso	46	Suelo amarillo salobre	Limoso
7	Suelo amarillo	Areno-limoso	47	Suelo amarillo salobre	Limoso
8	Suelo amarillo	Areno-limoso	48	Suelo amarillo	Areno-limoso

DESCRIPCION DE LOS SUELOS

Nº	Tipos de grupos de los suelos	Composición Mecánica	Nº Pozos	Tipos y grupos de los suelos	Composición Mecánica
9	Solonchak con salitre blanco	Limoso	49	Suelo amarillo	Limo-arenoso
10	Suelo amarillo salobre	Limoso	50	Solonchak con salitre blanco	Limoso
11	Arena poco húmida	Arena	52	Solonchak	Limoso
12	Arena poco húmida	Arena	53	Suelo amarillo	Limoso
13	Suelo amarillo	Limo-arenoso	54	Suelo amarillo	Limoso
14	Suelo amarillo	Areno-limoso	55	Suelo amarillo salobre	Limoso
15	Suelo amarillo	Limo-arenoso	56	Solonchak esponjoso	Limoso
16	Suelo amarillo	Limo-arenoso	57	Suelo amarillo	Limoso

DESCRIPCION DE LOS SUELOS

Nº	Tipos de grupos de los suelos	Composición Mecánica	Nº Pozos	Tipos y grupos de los suelos	Composición Mecánica
17	Suelo amarillo	Limo-arenoso	58	Suelo amarillo	Limoso
18	Suelo amarillo	Limo-arenoso	59	Suelo amarillo salino	Limoso
19	Sedimentos fluviales	Limo-arenoso	60	solonchak, con salitre blanco	Limoso
20	S. de Pradera	Limoso	61	Suelo amarillo muy salino	Limoso
21	Suelo amarillo	Limo-arenoso	62	Solonchak con salitre blanco	Limoso
22	Suelo amarillo	Areno-limoso			
23	Solonchak	Limoso	63	Suelo amarillo	Limo-areno- so
24	Suelo amarillo	Limoso	64	Suelo amarillo	Limo-areno- so

DESCRIPCION DE LOS SUELOS

Nº	Tipos de grupos de los suelos	Composición Mecánica	Nº Pozos	Tipos y grupos de los suelos	Composición Mecánica
25	Suelo amarillo	Limoso	65	Suelo amarillo	Limoso
26	Suelo amarillo	Limoso	66	Suelo amarillo	Limo-areno- so
27	Suelo de pradera	Areno-limoso	67	Suelo amarillo	Limo-areno- so
28	Arena poco humífera	Arena	68	Suelo amarillo	Areno-limo- so
29	Solonetz prismática	Limoso	69	Suelo amarillo	Limo-areno- so
30	Suelo amarillo	Limoso	70	Suelo amarillo	limo-areno- so
31	Suelo amarillo	Limoso	71	Suelo amarillo	Areno-limo- so
32	Suelo amarillo	Areno-limoso	72	Suelo amarillo	Limo-areno- so

H. B. 4. ANEXO 1 (41)

II. B. 4. ANEXO 1 (42)

Nº	Tipos de grupos de los suelos	Composición Mecánica	Nº Pozos	Tipos y grupos de los suelos	Composición Mecánica
33	Suelo amarillo	Limoso	73	Suelo amarillo	Limoso
34	Suelo amarillo	Limoso	74	Suelo amarillo	Limo-arenoso
35	Solonet prismático	Limo-arcilloso	75	Suelo amarillo salino	Limoso
36	Suelos oscuros de las depresiones	Limo-arcilloso	76	Suelo amarillo	Limoso
37	Suelo amarillo	Limoso	77	Suelo amarillo	Limo-arenoso
38	Suelo amarillo	Limoso	78	Suelo amarillo	Limo-arenoso
39	Suelo amarillo	Limo-arenoso	79	Suelo amarillo	Limoso
40	Suelo amarillo	Limo-arenoso	80	Suelo amarillo	Limo-arenoso
81	Suelos oscuros degradados de las depresiones	Limo-arcilloso	124	Suelo amarillo poco salino	Limoso
82	Solonchak esponjoso	Limoso	125	Suelo amarillo muy salino	Limoso

Nº	Tipos de grupos de los suelos	Composición Mecánica	Nº Pozos	Tipos y grupos de los suelos	Composición Mecánica
----	-------------------------------	----------------------	----------	------------------------------	----------------------

83	Suelo amarillo	Limo-arenoso	126	Suelo amarillo salino	Limoso
84	Suelo amarillo	Areno-limoso			
85	Suelo amarillo	Limo-arenoso	127	Suelo amarillo	Areno-limoso
86	Suelo amarillo	Limoso	128	Solonchak con salitre blanco	Limo-arenoso
87	Suelo amarillo salino	Limoso			
88	Suelo amarillo	Limo-arenoso	129	Solonchak con salitre blanco	Limo-arenoso
89	Suelo amarillo	Limoso	130	Suelo amarillo muy salino	Limo-arenoso
90	Suelo amarillo	Limoso			
91	Suelo amarillo	Limo-arenoso	131	Suelo amarillo	Limo-arenoso

II. B. 4. ANEXO 1 (43)

II. B. 4. ANEXO 1 (44)

DESCRIPCION DE LOS SUELOS

Nº	Tipos de grupos de los suelos	Composición Mecánica	Nº Pozos	Tipos y grupos de los suelos	Composición Mecánica
92	Sedimentos fluvia- les antiguos del rio muerto	Limo-arenoso	132	Suelo anarillo	Limo-arenoso
93	Suelo amarillo	Limo-arenoso	133	Suelo amarillo	Areno-limoso
94	Suelo amarillo salobre	Limo-arenoso	134	Suelo amarillo	Limo-arenoso
			135	Sedimentos flu- viales antiguos del rio muerto	Limo-arenoso
95	Suelo amarillo	Limo-arenoso			
96	Arena poco hu- mifera	Arena	136	Suelo amarillo	Areno-limoso
97	Suelo amarillo	Areno-limoso	137	Suelo amarillo salobre	Limoso
98	Suelo amarillo	Limo-arenoso	138	Solonchak con salitre blanco	Limoso

DESCRIPCION DE LOS SUELOS

Nº	Tipos de grupos de los suelos	Composición Mecánica	Nº Pezos	Tipos y grupos de los suelos	Composición Mecánica
99	Suelo amarillo	Limoso	139	Solonchak con salitre blanco	Limoso
100	Suelo amarillo	Limo-arenoso			
101	Suelo amarillo	Limo-arenoso			
102	Suelo amarillo salobre	Limo-arenoso	140	Solonchak con salitre blanco	Limo-arenoso
103	Suelo amarillo	Limo-arenoso	141	Suelo amarillo muy salobre	Limoso
104	Suelo amarillo	Limo-arenoso			
105	Suelo amarillo	Limo-arenoso	142	Suelo amarillo salobre	Limo-arenoso
106	Suelo amarillo	Limo-arenoso	143	Suelo amarillo muy salobre	Limo-arenoso

DESCRIPCION DE LOS SUELOS

Nº	Tipos de grupos de los suelos	Composición mecánica	Nº Pozos	Tipos y grupos de los suelos	Composición mecánica
107	Suelo amarillo	Limoso			
108	Suelo amarillo	Areno-limoso	144	Suelo amarillo salobre	Limo-areno- so
109	Suelo amarillo	Areno-limoso	145	Suelo amarillo	Limo-arenoso
110	Suelo amarillo	Limo-arenoso	146	Suelo amarillo	Limoso
111	Suelo amarillo	Limo-arenoso	147	Suelo amarillo	Limo-arenoso
112	Suelo amarillo	Limoso	148	Suelo amarillo salobre	Limoso
113	Suelo amarillo muy salobre	Limoso	149	Solonetz degra- dado	Limo-arcillo- so
114	Suelo amarillo	Limoso			
115	Suelo amarillo	Limo-arenoso	150	Suelo amarillo salobre	Limoso

Nº	Tipos de grupos de los suelos	Composición mecánica	Nº Pozos	Tipos y grupos de los suelos	Composición mecánica
116	Suelo amarillo	Limo-arenoso	151	Solonchak con salitre blanco	Limoso
117	Suelo amarillo	Limo-arenoso	152	Suelo amarillo	Limo-arenoso
118	Suelo amarillo	Limo-arenoso	153	Solonchak esponjoso	Limo-arenoso
119	Suelo amarillo	Limo-arenoso	154	Suelo amarillo	Limo-arenoso
120	Suelo amarillo	Limoso	155	Suelo amarillo	Areno-limoso
121	Solonchak con salitre blanco	Limoso	156	Suelo amarillo	Limo-arenoso
122	Suelo amarillo muy salobre	Limoso	157	Solonetz prismática	Limoso
123	Suelo amarillo muy salobre	Limoso			

DESCRIPCION DE LOS SUELOS

Nº	Tipos de grupos de los suelos	Composición Mecánica	Nº Pozos	Tipos y grupos de los suelos	Composición Mecánica
158	Salonetz prismático	Limoso	192	Suelo amarillo	Limoso
159	Suelo amarillo	Limo-arenoso	193	Suelo amarillo	Limoso
160	Solonchak con salitre blanco	Limoso	194	Suelo amarillo	Limo-arenoso
161	Suelo amarillo	Limo-arenoso	195	Suelo amarillo	Limo-arenoso
162	Suelo amarillo muy salobre	Limoso			

PROPIEDAD FISCAL

I. BANDURA

163	Suelo amarillo	Limo-arenoso
164	Suelo amarillo	Areno-limoso
165	Suelo amarillo	Limo-arenoso
166	Suelo amarillo	Areno-limoso
167	Suelo amarillo	Areno-limoso
168	Suelo amarillo	Areno-limoso
169	Suelo amarillo	Limo-arenoso
170	Suelo amarillo salobre	Limoso
171	Suelo amarillo salobre	Limoso
172	Suelo amarillo salobre	Limoso
173	Suelo amarillo salobre	Limoso
174	Solonchak con salitre blanco	Limoso
175	Suelo amarillo salobre	Limoso
176	Solonchak con salitre blanco	Limoso
177	Suelo amarillo	Areno-limoso
178	Suelo amarillo	Areno-limoso
179	Suelo amarillo	Limo-arenoso
180	Suelo amarillo salobre	Limoso
181	Suelo amarillo salobre	Limoso
182	Suelo amarillo muy salobre	Limoso

PROPIEDAD FISCAL

I. BANDURA

183	Solonchak con salitre blanco	Limoso
184	Suelo amarillo	Limo-arenoso
185	Suelo amarillo	Limo-arenoso
186	Suelo amarillo salobre	Limoso
187	Solonchak con salitre blanco	Limo-arenoso
188	Suelo amarillo salobre	Limoso
189	Suelo amarillo salobre	Limoso
190	Solonchak con salitre blanco	Limo-arenoso
191	Suelo amarillo	Limo-arenoso

AGUA Y ENERGIA ELÉCTRICA (ENDE)
Gerencia de construcciones
Sub-Gerencia de Estudios y Proyectos
Departamento Riego
Ficha Edafológica

Fecha: 16/II/53 Calicata N° 1

1. Tipo de suelo: amarillo
 2. Grupo de suelo: Salobre (degradado)
 3. Composición mecánica: limoso
 4. Subsuelos: sedimento aluvial limo-arenoso y areno-limoso
-
5. Lugar y provincia: La Banda - Santiago del Estero
 6. Distancia y lugar de la zanja y dirección: 1/2 Km desde La Banda y 70 m desde el F. C.
 7. Profundidad y extensión a que se encuentra el carbonato y su forma característica: (Ca CO₃)
 8. Profundidad a que actúa el HOL y sus características: 1) desde 30 - 130 poco; 2) desde 130 cm regular
 9. Distintas capas de sales en el suelo y a distintas profundidades:

20 cm	Cl - no	SO ₄ - no
60 cm	Cl - poco	SO ₄ - no
 10. Profundidad a que se encuentra la primera napa de agua y sus características:
 11. Reconocimiento macro y microrelieve del terreno: llano

II. B. 4. ANEXO 1 (52)

12. Vegetación espontánea (estepa, selva y carácter de la explotación: 1) Chañar; 2) Algarrobo; 3) Alamo Musolini; 4) Tusca; 5) Salicornia herbácea (alguna)
13. Muestras de tierra de los distintos horizontes y sus profundidades:

1)	0	-	10 cm
2)	40	-	50 cm
3)	100	-	110 cm
4)	170	-	180 cm

Permeabilidad: 1) 0 cm; 2) 50 cm; 3) 100 cm.

Calicata N° 1 (hoja N° 2)

1	2	
Distintas capas y sus profundidades en cm	Descripción del suelo y sus intensidades, composi- ción mecánica, del suelo, estructura, consistencia, porosidad, humedad, gramu- lación del carbonato, cuer- pos extraños, etc.	
<u>H</u>	Humífero, color gris poco oscu- ro, limoso, semiblando, fresco, con muchas pequeñas raíces, con <u>mi</u> colios de cal alrededor de las <u>raf</u> ces hasta 30 cm con estructura te- rronoso, cambia en otro horizonte lentamente.	0 10 20 30 40 50 60 70
<u>HP</u> 35- 65	Color gris amarillo, limoso, po- co humífero, semiblando, fresco, sin estructura, con algunas peque- ñas raíces, con poca efervescencia desde 30 a 130 cm, cambia lenta- mente.	80 90 100 110 120 130
<u>P</u> 65-130	Color amarillo marrón, limoso, semiblando, fresco, sin estructura con algunas pequeñas raíces, con poca efervescencia, cambia en otro horizonte lentamente.	140 150 160 170 180 190
<u>P2</u> 130-200	Color poco más claro que el ho- rizonte anterior, areno-limoso, muy blando, sin estructura, con efervescencia regular con muchas partículas de mica, fresco sin raíces.	200

II. B. 4. ANEXO 1 (54)

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)
Gerencia de Construcciones
Sub-Gerencia de Estudios y Proyectos
Departamento Riego
Ficha Edafológica

Fecha: 13/II/53 Calicata N° 20

1. Suelos de pradera
 2. Medianamente humíferos
 3. Limosos
 4. Sedimentos aluviales arenosos
-
5. Santiago del Estero
 6. Aproximadamente 1 Km al río y 200 m canal
 7. No hay
 8. Desde 35 cm efervescencia muy poca
 9. No hay
 10. Aproximadamente 4 m
 - 11.
 12. Monte alto: 1) Algarrobo; 2) Chañar; 3) Quebracho; 4) Cactus
 13. 1) 0 - 10 cm; 2) 50 - 60 cm; 3) 90 - 100 cm.
-



Calicata N° 20 (hoja N° 2).

	1	2	3
<u>H</u>			
0 - 55	Color gris oscuro con poco marrón, limoso, semiblando, poco húmedo con muy poca efervescencia desde 35 a 70 cm con muchas raíces, sin estructura, cambia en otro horizonte muy lentamente.		0 10 20 30 40 50 60
<u>HP</u>			
55- 70	Color poco más claro, que el horizonte anterior, limo-arenoso, semiblando, húmedo, con raíces, sin estructura, cambia cuatro horizontes casi bruscamente.		70 80 90 100 110
<u>P</u>			
70-135	Color gris claro, arena gruesa, con muchas partículas de mica, húmeda, blanda, con manchones de hierro y capas abreviadas con color marrón poco rojizo.		120 130 140 150 160 170 180 190 200

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)
Gerencia de Construcciones
Sub-Gerencia de Estudios y Proyectos
Departamento Riego
Ficha Edafológica

Fecha: 20/II/53 Calicata N° 21

1. Amarillo
 - 2.
 3. Limo-arenoso
 4. Sedimentos aluviales arenosos
-
5. Vilmer - Santiago del Estero
 6. 1/2 Km de Vilmer y 200 m F.C.
 7. No hay
 8. Desde 35 cm regular
 9. No hay
 - 10.
 11. Llano
 12. Campo con yuyo verde y algunos algarrobos
 13. 1) 0 - 10 cm; 2) 40 - 50 cm; 3) 90 - 100 cm.
-

Calicata N° 21 (hoja N° 2)

	1	2	3
<u>H</u>			
<u>0 - 35</u>	Color amarillento marrón, muy poco humífero, limo-arenoso, seco, semiblando, sin estructura, sin efervecencia , con muchas pequeñas raíces, cambia en otro horizonte lentamente.		0 10 20 30 40 50 60
<u>P2</u>			
<u>35- 60</u>	Color poco más claro que el horizonte anterior, limo-arenoso, blanco, seco, sin estructura, con efervecencia desde 35 a 60 cm, regular, con raíces, cambia en otro horizonte bruscamente y recto.		70 80 90 100 110 120 130
<u>P2</u>			
<u>60-100</u>	Color gris claro, arena media gruesa, con mucha mica, seca, blanda, con algunas raíces, sin efervecencia.		140 150 160 170 180 190 200

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)

Gerencia de Construcciones

Sub-Gerencia de Estudios y Proyectos

Departamento Riego

Ficha Edafológica

Fecha: 20/II/53 Calicata N° 23

1. Suelos salinos (solonchak)
 2. Con Cl - SO₄ de sodio
 3. Limoso
 4. Sedimentos aluviales limosos (limo-lacustre)
-

5. Vilmer - Santiago del Estero
 6. Desde 1 Km de la última calicata N° 22
 7. No hay
 8. Desde la superficie a 40 cm regular y desde 40 cm mucho
 9. 1) 5 cm Cl - regular SO₄ - regular
CO₃ - no; 2) 50 cm Cl - mucho SO₄ -
mucho CO₃ - no; 3) 100 cm Cl - mucho
SO₄ - mucho CO₃ - no
 - 10.
 11. Una depresión que ocupa la superficie 1/2
Km x 1 Km
 12. Monte alto: 1) Algarrobo; 2) Quebracho co-
lorado; 3) Molle; 4) Chilca; 5) Vidriera
o Jume
 13. 1) 0 - 10 cm; 2) 50 - 60 cm; 3) 140 - 150
cm.
-

Calicata N° 23 (hoja N° 2)

1	2	3
<u>H</u>	Color marrón amarillento, limo-	0
<u>0 - 40</u>	so, húmedo, semiblando, sin es-	10
	tructura. Sobre la superficie	20
	hay una película blanca de sales	30
	solubles (1 - 2 mm), con mucha	40
	efervescencia desde la superficie	50
	hasta 40 cm regular, cambia en	60
	otro horizonte lentamente.	70
		80
<u>P</u>	Color más claro que el horizon-	90
<u>40-75</u>	te anterior, limoso, semiblando,	100
	poco húmedo con muchas raíces de	110
	los árboles, sin estructura, con	120
	mucha efervescencia, cambia en	130
	otro horizonte lentamente.	140
<u>P2</u>	Color amarillento con poco ma-	150
<u>75-125</u>	rrón, limoso, poco húmedo, sin	160
	estructura, semiblando, con al-	170
	gunas raíces, cambia en otro	180
	horizonte lentamente.	190
		200
<u>P2</u>	Color poco más claro, más	
	blando, limo-arenoso, húmedo,	
	con algunas raíces, con eferve-	
	cencia regular.	

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)

Gerencia de Construcciones

Sub-Gerencia de Estudios y Proyectos

Departamento Riego

Ficha Edafológica

Fecha: 22/II/53 Calicata N° 35

1. Suelos alcalinos (salonetz)
 2. Prismáticos
 3. Limo-arcillosos
 4. Limosos
-
5. Beltrán - Santiago del Estero
 6. 1 Km desde el último pozo N° 34
 7. No hay
 8. Desde 40 cm muy poco
 9. 1) 10 cm Cl - no SC4-- no C03-- no
2) 50 cm Cl - poco SC4-- muy poco C03-- no
 10. Aproximadamente 7 m
 11. Llano - Campo desmontado - Desde 50 m del pozo crece algodón
 12. 1) 0 - 10 cm; 2) 50 - 60 cm; 3) 120 - 130 cm.
-

Calicata N° 35 (hoja N° 2)

1	2	3
<u>HE</u>	Horizonte iluvial, color gris,	0
<u>0 - 15</u>	limoso, seco, con estructura laminar y terrosa, semiblanda, sin efervescencia, con pocas raíces, cambia en otro horizonte poco bruscamente.	10 20 30 40 50 60
<u>HI</u>	Horizonte iluvial, con color marrón grisáceo, limo-arcilloso, duro, con estructura poco prismática y terrosa, con raíces sin efervescencia, seco, cambia en otro horizonte lentamente.	70 80 90 100 110 120
<u>PI</u>	Color gris amarillento, limoso, semiduro, con estructura terrosa chica, con poca efervescencia, seco, con algunas pequeñas raíces, cambia lentamente.	130 140 150 160 170 180
<u>40- 80</u>		
<u>P</u>	Color amarillento-blanquecino, limoso, semiduro, seco, sin estructura, con poca efervescencia, con las porosidades, sin raíces.	190 200
<u>80-180</u>		

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)

Gerencia de Construcciones

Sub-Gerencia de Estudios y Proyectos

Departamento Riego

Ficha Edafológica

Fecha: 22/II/53 Calicata N° 36

1. Suelos oscuros de las depresiones
2. Degradados
3. Limo-arcillosos
4. Sedimentos aluviales limosos

-
5. Beltrán - Santiago del Estero
 6. 1 Km desde la última calicata N° 35
 - 7.
 8. Desde 40 a 80 cm muy poco
 - 9.
 - 10.
 11. Una depresión con la superficie 1/2 Km x 800 m
 12. Monte blanco y denso, con pasto verde de pradera.
-

Calicata 36 (hoja N° 2)

1	2	3
<u>HI</u>	Color gris obscuro, humífero,	0
<u>0 - 30</u>	limoso, duro, con estructura laminar y terrosa fresca, sin efervescencia, cambia en otro horizonte <u>muy lentamente</u> .	10 20 30 40 50
<u>H2</u>	Color gris marrón, poco más claro que el horizonte anterior, más duro, con micolios de cal sobre las pequeñas raíces (desde 40 a 80 cm), poco húmedo, con estructura terrosa y poco <u>pris</u> <u>mática</u> , cambia en otro horizonte bruscamente.	60 70 80 90 100 110 120 130
<u>P</u>	Color gris obscuro, más humí-	140
<u>80- 90</u>	fero, limoso, húmedo, sin es- tructura, semiduro con manchones blanquecinos, sin efervescencia, cambia en otro horizonte brusca- mente.	150 160 170 180 190 200
<u>P2</u>	Color marrón, amarillento, li-	
<u>90-130</u>	moso, semiblando, muy húmedo, sin efervescencia, sin estructura.	

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)
Gerencia de Construcciones
Sub-Gerencia de Estudios y Proyectos
Departamento Riego
Ficha Edafológica

Fecha: 23/II/53 Calicata N° 42

1. Suelos salinos (solonchak)
 2. Esponjosos
 3. Limosos
 4. Sedimentos aluviales - limosos
-
5. Beltrán - Santiago del Estero
 6. 100 m desde el canal
 7. Hay micolios de cal sobre las raíces
 8. 1) Desde 0 - 3 mucho 2) de 3 a 50 poco
3) 50 a 150 mucho
 9. 1) 5 cm (Cl - mucho SO4 - mucho CO3 - no
2) 40 cm (Cl - mucho SO4 - mucho CO3 - no
3) 100 cm (Cl - mucho SO4 - mucho CO3 - no
 - 10.
 11. Llano
 12. Crece solamente Jume, con manchones sin la
vegetación
 13. 1) 0 - 10 cm Prueba de la permeabilidad
2) 40 - 50 cm 1) 0 - 20 cm
3) 100 - 110 cm 2) 50 - 70 cm
3) 100 - 100 cm

Calicata N° 42 (hoja N° 2)

1	2	3
<u>H</u>	Color amarillento grisáceo;	0
0 - 12	limoso, con estructura esponjosa y laminar, blando, seco, la superficie tiene una película con salitre blanco, cambia en otro horizonte bruscamente.	10 20 30 40 50 60
<u>H2</u>	Color marrón obscuro, semiduro,	70
12 - 50	poco húmedo, sin estructura, con muchos micolios de cal alrededor de las raíces, con poca efervescencia desde 3 a 50 cm cambia bruscamente.	80 90 100 120 130 140
<u>P</u>	Color amarillento poco marrón,	150
50 - 150	limoso, blando, húmedo, con muchas pequeñas raíces hasta 4 m con mucha efervescencia desde 50 cm sin estructura.	160 170 180 190 200
Este terrono ocupa un manchón con la superficie 1/2 Km x 800 m		

II. B. 4. ANEXO 1 (66)

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)

Gerencia de Construcciones

Sub-Gerencia de Estudios y Proyectos

Departamento Riego

Ficha Edafológica

Fecha: 24/II/53 Calicata N° 45

1. Suelos alcalinos (solonetz)
 2. Con estructura prismática
 3. Limosos
 4. Limo lacustre
-
5. Beltrán - Santiago del Estero
 6. 1 1/2 Km desde la última calicata
 - 7.
 8. Muy poco desde 40 cm y más abajo
 9. 1) 5 cm (Cl - no SO4 - no CO3 - no
2) 50 cm (Cl - poco SO4 - poco CO3 - no
3) 100 cm (Cl - regular SO4 - regular CO3 - no
 10. Aproximadamente mas de 6 m
 11. Llano con una depresión de 1/2 Km x 800 m
 12. Campo desmontado con yuyo seco
 13. Muestras: 1) 0 - 10 cm La impermeabilidad
2) 50 - 60 cm 1) - 0 -
3) 110 - 120 cm 2) 50 -
3) 90 -

Calicata N° 45 (hoja N° 2)

1	2	3
<u>HE</u>	Color amarillento poco marrón,	0
0 - 16	limoso, semiblando, fresco, con	10
	estructura laminar y terronosa	20
	sin efervescencia, cambia cuatro	30
	horizontes bruscamente (horizonte	40
	eluvial).	50
		60
<u>HI</u>	Color marrón poco obscuro,	70
16 - 40	limoso, duro, fresco, con estruc-	80
	tura prismática y terronosa chica,	90
	con muchas pequeñas raíces, sin	100
	efervescencia, cambia en otro	110
	horizonte (horizonte iluvial).	120
		130
<u>P</u>	Color amarillento marrón, limoso	140
40 - 90	fresco, semiduro, con muchos	150
	micelios de cal alrededor de las	160
	pequeñas raíces, con muy poca	170
	efervescencia desde 40 cm, cambia	180
	lentamente.	190
		200
<u>P2</u>	Color amarillento, limoso,	
90 - 180	(limo lacustre), semiblando,	
	fresco con poca efervescencia y	
	poca porosidad.	

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)
Gerencia de Construcciones
Sub-Gerencia de Estudios y Proyectos
Departamento Riego
Ficha Edafológica

Fecha: 25/II/53 Calicata N° 53

1. Amarillo
 - 2.
 3. Limoso
 4. Limo-lacustre
-
5. Beltrán - Santiago del Estero
 6. 1 Km desde el último pozo N° 52
 7. No hay
 8. No hay
 9. No hay
 10. Aproximadamente más de 7 m
 11. Llano
 12. Campo desmontado y regado
 13. 1) 0 - 10 cm; 2) 50 - 60 cm; 3) 120 - 130
cm
-

Calicata N° 53 (hoja N° 2)

1	2	3
<u>H</u>	Color amarillento marrón con	0
0 - 50	poco gris limoso, semiblando,	10
	seco, con pequeñas raíces, sin	20
	efervescencia, con muchas poro-	30
	sidades, cambia en otro hori-	40
	zonte muy lentamente.	50
		60
<u>HP</u>	Color más claro que el hori-	70
	zonte anterior, semiblando, se-	80
	co, sin estructura, sin eferve-	90
	cencia, con raíces, cambia len-	100
	tamente.	110
<u>P</u>	Color amarillento, limoso, se-	120
70-150	co, semiduro, sin estructura,	130
	abajo, semiblando, con poca efer-	140
	vecencia, desde 80 cm con muchas	150
	porosidades, sin raíces.	160
		170
		180
		190
		200

II. B. 4. ANEXO 1 (70)

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)
Gerencia de Construcciones
Sub-Gerencia de Estudios y Proyectos
Departamento Riego
Ficha Edafológica

Fecha: 27/II/53 Calicata N° 59

1. Amarillo
 2. Salobre
 3. Limoso
 4. Limo-lacustre
-

5. Beltrán - Santiago del Estero
6. 1 1/2 Km desde la última calicata
7. Micelio de cal desde 30 a 65 cm
8. Desde 30 a 65 cm muy poco
9. 1) 20 cm (Cl - no SO4 - no
2) 60 cm (Cl - poco SO4 - regular
10. 10 m agua salada
11. Una depresión no muy grande
12. Chacra con: 1) Batata; 2) Alfalfa;
3) Cebolla; 4) Ajo
13. 1) 0 - 10 cm; 2) 50 - 60 cm; 3) 100-110 cm

Calicata N° 59 (Hoja N° 2)

1	2	3
<u>H</u>	Color amarillento gris, poco	0
0 - 30	humífero, limoso, semiblando,	10
	sin estructura, sin efervecencia	20
	con pequeñas raíces cambia	30
	lentamente.	40
		50
<u>HP</u>	Color mas claro, que le	60
30 - 65	horizonte anterior, limoso,	70
	semiduro, estructura terronosa	80
	chica, con misecios de cal alrede-	90
	dor de las raíces con muy poca	100
	efervecencia, fresco, cambia	110
	lentamente.	120
		130
		140
<u>P</u>	Color amarillento, limoso	150
65 -140	fresco, blando, (Limo lacuestre)	160
	sin efervecencia, sin estructura	170
	sin raíces.	180
		190
		200

II. B. 4. ANEXO 1 (72)

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)
Gerencia de Construcciones
Sub-Gerencia de Estudios y Proyectos
Departamento Riego
Ficha Edafológica

Fecha: 30/II/53 Calicata N° 87

1. Amarillo
 2. Muy salobre
 3. Limoso
 4. Sedimentos aluviales limosos
-
5. Beltrán - Santiago del Estero
 6. 1 Km desde la última calicata N° 86 y 4 Km desde el Beltrán
 7. No hay.
 8. Desde 100 cm muy poco
 9. 1) 35 cm (Cl - poco S04 - no
2) 100 cm (Cl - regular S04 - poco
 10. Aproximadamente más de 8 m
 11. Llano con algunas depresiones
 12. Monte alto
 13. 1) 0 - 10 cm; 2) 40 - 50 cm; 3) 100-110 cm

Calicata N° 87 (hoja N° 2)

1	2	3
<u>H</u>	La superficie poco agrietada	0
<u>0 - 10</u>	con una película (2 - 3 mm).	10
	Color gris claro, con estructura	20
	laminar y terronosa chica, se-	30
	miblanda, sin efervecencia, con	40
	raíces, limoso, cambia en otro	50
	horizonte, bruscamente.	60
		70
<u>HP</u>	Color marrón con poco amari-	80
<u>10- 60</u>	llento, medianamente humífero,	90
	limoso, fresco, con estructura	100
	granular, grande y terronosa	110
	chica, sin efervecencia, con	120
	muchas raíces, semiduro, con	130
	muchas porosidades, cambia	140
	lentamente.	150
<u>P</u>	Color amarillento marrón,	160
<u>60-120</u>	limoso, semiblando, fresco,	170
	sin estructura, con poca efer-	180
	vecencia, con algunas raíces	190
	con porosidades.	200

II. B. 4. ANEXO 1 (74)

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)

Gerencia de Construcciones

Sub-Gerencia de Estudios y Proyectos.

Departamento Riego

Ficha Edafológica

Fecha: 30/II/53 Calicata N° 90

1. Amarillo
 - 2.
 3. Limoso
 4. Tierra fósil
-
5. Beltrán - Santiago del Estero
 6. ~~1 1/2~~ Km desde la curva de los 3 caminos
 7. No hay
 8. No hay
 - 9.
 - 10.
 11. Llano
 12. Monte alto: 1) Brea; 2) Quebracho blanco;
y denso : 3) Tusca
 13. 1) 0 - 10 cm; 2) 50 - 60 cm; 3) 80 - 90 cm.
-

Calicata N° 90 (hoja N° 2)

1	2	3
<u>H</u>	Color marrón amarillento, muy	0
0 - 30	poco humífero, limoso, seco,	10
	semiblando, con muchas pequeñas	20
	raíces, sin efervescencia, cam	30
	bia en otro horizonte muy len-	40
	tamente.	50
		60
		70
		80
<u>P</u>	Color poco mas claro que en el	90
30 - 70	horizonte anterior, limoso, se-	100
	miblandando, con estructura, terro-	110
	nosa, chica, fresco, con raíces,	120
	sin efervescencia, cambia brus-	130
	camente recto	140
		150
		160
<u>F</u>	color marron poco amarillento,	170
70 - 110	limoso, fresco, (tierra fosil),	180
	con estructura, terronosa, chica	190
	con micelios de cal alrededor de	200
	las raíces, sin efervescencia, cam-	
	bia lentamente.	
<u>F</u>	Color mas claro que el horizonte	
110- 140	anterior, limoso, fresco, sin es-	
	trutura, sin efervescencia.	

II. B. 4. ANEXO 1 (76)

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)

Gerencia de Construcciones

Sub-Gerencia de Estudios y Proyectos

Departamento Riego

Ficha Edafológica

Fecha: 30/IV/53 Calicata N° 92

1. Sedimentos fluviales antiguos del rio muerto
 - 2.
 3. Limo-arenoso
 4. Sedimentos fluviales - arena desde 35 cm
-
5. Beltrán - Santiago del Estero
 6. 1 Km desde el pozo N° 91 sobre el fondo del rio muerto
 - 7.
 8. No hay
 - 9.
 - 10.
 11. Un zanjón del rio muerto (80 m de ancho)
 12. Monte alto y desarrollado: 1) Brea; 2) Algarrobo; 3) Cactus
 - 13.
-

Calicata N° 92 (hoja N° 2)

1	2	3
<u>H</u>	Color amarillento con poco ma-	0
0 - 20	rrón, limo-arenoso, poco fresco,	10
	con estructura laminar chica,	20
	semiblando, sin efervescencia,	30
	con raíces, cambia en otro hori-	40
	zonte muy bruscamente y recto.	50
		60
<u>P</u>	Color casi igual que el hori-	70
20- 50	zonte anterior, limoso, fresco,	80
	duro, con estructura laminar	90
	grande, sin efervescencia, cam-	100
	bia en otro horizonte lenta -	110
	mente.	120
<u>P2</u>	Color igual que el horizonte	130
	anterior, limo-arenoso, muy	140
	blando, suelto, con muchas	150
	raíces, sin estructura, sin	160
	efervescencia, cambia en otro	170
	horizonte bruscamente.	180
		190
<u>P</u>	Color gris claro, arena, fina	200
85-130	seca, suelta, muy blanda, con	
	partículas de mica.	

II. B. 4. ANEXO 1 (78)

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)

Gerencia de Construcciones

Sub-Gerencia de Estudios y Proyectos

Departamento Riego

Ficha Edafológica

Fecha: 6/V/53 Calicata N° 115

1. Amarillo
 - 2.
 3. Limo-arenoso
 4. Sedimentos aluvial limo-arenoso y limosos
-
5. Robles - Santiago del Estero
 6. 2 Km desde la última calicata
 7. No hay
 8. No hay
 - 9.
 - 10.
 11. Llano
 12. 1) Jarilla; 2) brea; 3) tusca; 4) cactus
 13. 1) 0 - 10cm; 2) 40 - 50 cm; 3) 120 - 130 cm

Calicata N° 115 (hoja N° 2)

1	2	3
<u>H</u>	Color amarillento poco marrón,	0
<u>0 - 50</u>	limo-arenoso, seco, blando, con	10
	muchas raíces, sin efervescencia,	20
	sin estructura, medio suelto,	30
	cambia en otro horizonte lenta-	40
	mente.	50
		60
<u>P</u>	Color poco más claro que el	70
<u>50-100</u>	horizonte anterior, limo-arenoso	80
	semiblando, seco, sin estructura,	90
	con algunas raíces, cambia len-	100
	tamente.	110
<u>P</u>	Color amarillento claro, li-	120
<u>100-150</u>	moso, semiblando, seco, con	130
	plasticidad, sin efervescencia,	140
	con poros, sin estructura.	150
		160
		170
		180
		190
		200

II. B. 4. ANEXO 1 (80)

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)

Gerencia de Construcciones

Sub-Gerencia de Estudios y Proyectos

Departamento Riego

Ficha: Edafológica

Fecha: 7/IV/53 Calicata N° 125

1. Amarillo
2. Muy salobre
3. Limoso
4. Sedimentos aluviales-limosos

5. Colonia Pinto - Santiago del Estero

6. $1\frac{1}{2}$ Km desde la última calicata

7. No hay

8. No hay

9. 1) 20 cm (Cl - no SO4 - no

2) 50 cm (Cl - poco SO4 - no

10.

11. Llano

12. Monte alto: 1) brea; 2) tusca; 3) quebra-
cho blanco; 4) cactus

13. 1) 0 - 10 cm; 2) 40 - 50 cm;

3) 90 - 100 cm

Calicata N° 125 (hoja N° 2)

1	2	3
<u>0</u>	La superficie tiene una película	0
0 - 15	poco agrietada. Color marrón	10
	grisáceo seco, limoso, con	20
	estructura terronosa, chica,	30
	semiduro, sin efervescencia, con	40
	raíces, cambia en otro horizonte	50
	lentamente.	60
		70
<u>HP</u>	Color marrón poco más claro que	80
15 - 50	el horizonte anterior, limoso,	90
	poco más duro, con estructura	100
	terronosa, chica y poco	110
	prismática, sin efervescencia,	120
	seco, cambia lentamente.	130
		140
<u>P</u>	Color marrón amarillento, más	150
50 - 100	claro limoso, seco, con estructura	160
	terronosa, semiduro, sin	170
	efervescencia, con micelios de cal	180
	cambia lentamente.	190
		200
<u>P</u>	Color más claro, que el	
100-130	horizonte anterior, limoso,	
	semiduro, con porosidades, fresco	
	con poca efervescencia.	

II. B. 4. ANEXO 1 (82)

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)
Gerencia de Construcciones
Sub-Gerencia Estudios y Proyectos
Departamento Riego
Ficha Edafológica

Fecha: 11/V/53 Calicata N° 148

1. Amarillo
 2. Salobre (degradado)
 3. Limoso
 4. **Sedimentos:** aluviales limosos
-
5. Fernández - Santiago del Estero
 6. $1\frac{1}{2}$ desde el último pozo
 7. No hay
 8. Desde 130 cm regular
 9. No hay
 - 10.
 11. Llano
 12. Campo desmontado con pasto ruso
 13. 1) 0 - 10 cm; 2) 70 - 80 cm; 3) 140 - 150 cm.
-

Calicata N° 148 (hoja N° 2)

1	2	3
<hr/>		
<u>II</u>	Color gris marrón con poco	0
0 - 50	amarillo, poco humífero, (2 - 3%),	10
	limoso, fresco, semiduro, con	20
	estructura terronosa, sin	30
	efervescencias, con muchas raíces	40
	de "pasto ruso", cambia cuatro	50
	horizontes lentamente.	60
		70
		80
<u>PH</u>	Color marrón amarillento, más	90
50 - 130	claro que el horizonte anterior,	100
	limoso, semiduro, fresco, con	110
	estructura terronosa, con muchas	120
	cuevas de hormigas, raíces y otros	130
	insectos, con algunos manchones	140
	más claros (5 x 5 cm), cambia en	150
	otro horizonte casi bruscamente.	160
<u>P</u>	Color amarillento poco marrón	170
130 - 160	limoso, fresco, semiblando, con	180
	efervescencia regular desde 130 cm	190
	con porosidades.	200

II. B. 4. ANEXO 1 (84)

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)

Gerencia de Construcciones

Sub-Gerencia Estudios y Proyectos

Departamento Riego

Ficha Edafológica

Fecha: 13/V/53 Calicata N° 165

1. Amarillo
 - 2.
 3. Limo-arenoso
 4. Sedimentos aluvial limo-arenosos
-
5. Fernández - Propiedad Fiscal
 6. $1\frac{1}{2}$ Km desde la última calicata
 - 7.
 8. No hay hasta 100 cm y luego muy poco
 - 9.
 - 10.
 11. Llano
 12. Monte alto: 1) Brea; 2) Tusca; 3) Quebracho blanco
 13. 1) 0 - 10 cm; 2) 50 - 60 cm; 3) 120 - 130 cm.
-

Calicata N° 165 (hoja N° 2)

1	2	3
<u>H</u>	Color amarillento marrón,	0
<u>0 - 45</u>	Limo-arenoso, muy blando, medio	10
	suelto, seco, con muchas peque-	20
	ñas raíces, sin estructura, sin	30
	efervescencia, cambia lentamente.	40
		50
<u>P</u>	Color poco más claro que el	60
<u>45- 80</u>	horizonte anterior, limo-arenoso,	70
	semiblando, medio suelto, sin	80
	estructura, con raíces, cambia	90
	lentamente.	100
<u>P</u>	Color amarillento marrón,	110
<u>80-150</u>	limo-arenoso, semiblando, seco,	120
	y desde 1 m fresco, con algunas	130
	raíces, sin estructura, con po-	140
	efervescencia desde 1 m.	150
		160
		170
		180
		190
		200

II. B. 4. ANEXO 1 (86)

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)

Gerencia de Construcciones

Sub-Gerencia de Estudios y Proyectos

Departamento Riego

Ficha Edafológica

Fecha: 15/V/53 Calicata N° 182

1. Amarillo
 2. Muy salobre
 3. Limoso
 4. Sedimentos aluviales - limosos
-
5. Fernández - Propiedad Fiscal
 6. $1\frac{1}{2}$ desde la última calicata N° 181
 7. No hay
 8. Desde 20 cm muy poco
 9.

1) 20 cm	(Cl - no	SO4 - no
2) 50 cm	(Cl - muy poco	SO4 - no
3) 100 cm	(Cl - poco	SO4 - poco
 - 10.
 11. Llano
 12. Monte alto: 1) brea; 2) tusca; 3) quebracho blanco; 4) cactus; 5) jume; 6) jarilla
 13. La permeabilidad
 - 1) 0 - cm
 - 2) 40 - cm
 - 3) 90 - cm

II. B. 4. ANEXO 1 (87)

Calicata N° 182 (hoja N° 2)

	1	2	3
<u>H</u>			
<u>0 - 5</u>	Color gris claro, limoso, semiblando, seco, con estructura laminar y terronosa, sin efervescencia, cambia en otro horizonte casi bruscamente.		0 10 20 30 40 50
<u>H2</u>			
<u>5 - 30</u>	Color marrón, limoso, con estructura terronosa y poco prismática, semiduro seco, con muchas pequeñas raíces, con porosidades, sin efervescencia, cambia lentamente.		60 70 80 90 100 110
<u>P</u>			
<u>30- 80</u>	Color amarillento poco marrón, limoso, seco, sin estructura, semiduro, con raíces, sin efervescencia, cambia lentamente.		120 130 140 150 160 170
<u>P</u>			
<u>80-140</u>	Color poco más claro que el horizonte anterior, limoso, semiduro, seco, sin estructura, con poca efervescencia desde 90 cm.		180 190 200

II. B. 4. ANEXO 1 (88)

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA (ENDE)

Gerencia de Construcciones

Sub-Gerencia de Estudios y Proyectos

Departamento Riego

Ficha Edafológica

Fecha: 15/V/53 Calicata N° 187

1. Suelos salinos (solonchak)
 2. con Cl, SO₄ - de sodio
 3. Limos-arenosos
 4. Sedimentos aluviales limosos
-
5. Fernández - Propiedad Fiscal
 6. $1\frac{1}{2}$ desde el camino a Fernández
 7. No hay
 8. Desde 100 cm muy poco
 9.

1) 10 cm	Cl - mucho	SO ₄ - regular
2) 50 cm	Cl - mucho	SO ₄ - mucho
3) 100 cm	Cl - mucho	SO ₄ - mucho
 - 10.
 11. Llano
 12. Monte bajo:

1) Jume 70%	2) brea 10%
3) tusca 10%	4) otros 10%
 13. Muestras:

1) 0 - 10 cm;	2) 40 - 50 cm;
3) 100 - 110 cm	

La permeabilidad:

1) 0 - cm
2) 40 - cm
3) 90 - cm

II. B. 4. ANEXO 1 (89)

Calicata N° 187 (hoja N° 2)

1	2	3
<u>H</u>	Sobre la superficie hay una	0
0 - 5	película agrisada. Color gris	10
	amarillento, limo-arenoso, poco	20
	esponjoso y con estructura laminar	30
	seco, cambia en otro horizonte poco	40
	bruscamente.	50
		60
<u>H2</u>	Color amarillento marrón, limo-	70
5 - 25	arenoso, semiblando, fresco, sin	80
	estructura, con micelios de cal,	90
	sin efervescencia, cambia lentamente	100
		110
<u>P</u>	Color poco más claro que el	120
25 - 60	horizonte anterior, poco más duro,	130
	limo-arenoso, fresco sin estructu-	140
	ra, sin efervescencia, cambia	150
	lentamente.	160
		170
<u>P12</u>	Color amarillento claro, limoso,	180
60 - 140	poco húmedo, semiblando, sin es-	190
	tructura, con muy poca efervescen-	200
	cia desde 90 cm con poca porosida-	
	des	

II.B.4. Calidad de los suelos

ESTUDIOS ANTERIORES

A N E X O II

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA

(INTA), de la Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería de la Nación. La necesidad de obras de drenaje en la zona de riego del río Dulce. Según la opinión del autorizado experto de las Naciones Unidas y distinguido edafólogo de los Estados Unidos de América, Dr. Robert W. PARSON. (Santiago del Estero, 1959) Folleto, 16 pp.

Declaraciones del técnico de F.A.O.

Dr. Robert W. PEARSON
en el diario El Liberal
de Santiago del Estero
30 de abril de 1959.

Los suelos de esta región tienen mucha capacidad de producción, pero hace falta un drenaje de sales alcalinas.

Como hemos informado, se encuentra en nuestra Provincia el Dr. Robert W. PEARSON, especialista en fertilidad química del suelo, miembro de la Universidad del Estado de Iowa.

A su capacidad técnica está confiada la dirección de investigaciones edafológicas en los estados del Sur de los Estados Unidos, la dirección de la Sección Fertilidad y la Jefatura del Programa Federal sobre la materia en 31 estados de los EE. UU. y Puerto Rico.

Recordamos que el Dr. PEARSON pertenece a la Sociedad Americana de Agronomía; es presidente de la División Suelos y Cultivos de la Asociación de Agricultura Sureña, editor asociado de

II. B. 4. ANEXO II (2)

Ciencia del Suelo de la Soil Science Society of American Proceedings, y lleva publicados 52 trabajos sobre su especialidad.

En nuestra provincia, con técnicos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, realiza comprobaciones sobre suelos en la zona de regadío del río Dulce.

Ante la trascendente visita del Dr. PEARSON solicitamos una entrevista con el mismo, a lo que éste accede y nos recibe en el hotel donde se aloja en compañía de su secretario e intérprete Sr. Juan Félix Celestia y la esposa de este último.

Nos responde objetivamente, conforme a la traducción dada, de la siguiente forma:

- ¿Cuál es, en síntesis, su labor a cumplir en Santiago del Estero?

- Estoy aquí como invitado del Gobierno argentino, bajo los auspicios de la F.A.O. dependiente de las Naciones Unidas. El problema planteado a la U.N. es el de intercambiar informaciones entre los países. En este caso, con la esperanza de mejorar la agricultura en general, y, en particular, el manejo del suelo.

Estamos en Santiago por tres días labora-

les, con el propósito particular de estudiar los problemas generales del manejo del suelo, y tratar con el personal técnico de la Estación Experimental, la forma cómo encarar la solución de estos problemas.

Nos vemos forzados por la necesidad a estudiar únicamente la región de riego de la ciudad y sus alrededores porque la provincia es demasiado grande.

- ¿Cuáles son los peligros de erosión notados y las medidas que aconseja para evitarlos?

- En las áreas que hemos visto estos días, no hay signos de erosión acelerada. Se desprende que hay erosión eólica en alguna época del año, pero no hay problema serio.

- ¿Qué ha observado sobre el sistema de riego, y qué aconseja para sistematizarlo?

- Es lo más importante: Hay un problema extremadamente serio en el manejo del agua en los sembrados bajo regadío. Este problema es la resultante de la falta de un drenaje adecuado cuando se desarrolló la región de regadío. Como consecuencia de esto, encontramos ahora concentraciones muy altas de sales y el desarrollo de áreas altamente alcalinas en una parte

II. B. 4. ANEXO II (4)

considerable de esta área bajo regadío.

Estoy seguro de que la declinación de los citrus es el resultado directo de la falta de drenaje adecuado y la acumulación de sales resultantes y la alcalinización de los suelos como consecuencia. Hay otros problemas evidentes pero este es el problema clave.

Antes que se haga algo para solucionar otros problemas debe solucionarse el problema del drenaje.

La solución del problema del drenaje es algo que debe hacerse sistemáticamente tomando el área por entero bajo el patrocinio del Gobierno como en cada distrito con intervención de las cooperativas de los agricultores en la zona de influencia de su distrito; porque concierne en primer lugar la construcción de un canal principal de drenaje al cual deben converger los canales secundarios de drenaje.

- ¿Cuál es la capacidad de producción del suelo en el territorio de la Provincia, y qué necesidad de abonos hay?

- Estoy bien seguro que los suelos de esta región tienen mucha capacidad de producción cuando se los maneja bien (siempre relacionado con

con el área bajo riego del río Dulce, observada).

Aparentemente la capacidad de fertilidad es alta. He visto síntomas de deficiencias de zinc, manganeso y hierro. Pero estos defectos son el resultado de la falta de drenaje y, probablemente, esta deficiencia desaparecerá en su mayor parte cuando se recuperen las áreas afectadas, ya que, donde no se produce esta alcalinización, no se nota esta deficiencia.

Se que así como existen manchas malas hay áreas excelentes, pero hay el peligro de que el daño se extienda muy rápidamente.

Acota el cronista que el Dr. PEARSON ha significado la falta de manganeso en las tierras de cultivo mientras existen en la Provincia yacimientos del metal. Señala entonces el técnico que el problema es químico ya que cuando el terreno se vuelve alcalino se hace insoluble.

Puntualiza a continuación el Dr. PEARSON: Mientras se usen rectángulos del cultivo de alfalfa y otras leguminosas no creo que haya problemas con el nitrógeno, ya que esas plantas proveen al suelo del nitrógeno necesario. En lo relacionado con el potasio los suelos observados están muy bien provistos de él. Es probable que

II. B. 4. ANEXO II (6)

el fósforo sea, de los elementos mayores, el más importante para prestarle atención, particularmente en cultivos como la alfalfa que necesitan grandes cantidades de él.

- ¿Qué cultivos aconseja de acuerdo a las condiciones del suelo?

Sobre el particular no hace comentarios, por que la gente encontró los cultivos más aconsejables y sería peligroso aconsejar cultivos que sería dar como adivinanza.

- ¿Alguna observación más que señalar?

- Vengo predicando sobre las posibilidades existentes que son grandes. Pero quiero recalcar que este problema del drenaje es la base del futuro de toda la región. Afirmo que no se puede concebir un área de regadío sin tenerse en cuenta el drenaje.

Al despedirnos del Dr. PEARSON, un químico de la tierra, su colaborador y su esposa, pensamos que esta misión de paz de la U.N. es de gran trascendencia para el porvenir santiaguense, por una lección que no se debe olvidar.

II.B.4. Calidad de los suelos

ESTUDIOS ANTERIORES

A N E X O III

AGUA Y ENERGIA ELECTRICA, Empresa del Estado.

Riego Rio Dulce, Provincia de Santiago del
del Estero. (Buenos Aires, 1961), Edición
Mimeográfica, 73 pp. Biblioteca de la C.R.
D. N° 5.

CAPITULO VII - ELECCION DE LA NUEVA ZONA A REGAR

- a) Edafologia.
 - b) Condiciones de drenaje.
 - c) Selección de los terrenos.
-

a) Edafología.

Los suelos en la zona de influencia del río Dulce presentan una cierta similitud y constancia en cuanto se refiere a su formación geodafológica y posterior proceso de edafización. En general y en base a las zonas que Agua y Energía ha reconocido por intermedio del Departamento de Riego, en los lugares ya regados y en los de futura ampliación, con la construcción del embalse de Río Hondo, se puede opinar lo siguiente:

Los suelos han evolucionado sobre sedimentos fluvio-aluviales y eólicos redepositados, principalmente éstos en la parte oriental de la Provincia. Estos sedimentos modernos han dado origen a suelos nuevos, algunos aún no lo suficientemente evolucionados y que pertenecen al grupo zonal de los amarillentos, con su transición a los amarillentos parduzcos, debido al mayor contenido de humus.

Genéticamente considerados estos suelos del tipo "amarillos", poseen características de transición entre los procesos de laterización y podzolización moderada, lo que hace que tengan con-

II. B. 4. ANEXO III (2)

diciones no muy bien definidas en cuanto a su constitución física-química.

Este tipo de suelo se encuentra en las partes más alejadas de las cuencas o corrientes fluviales actuales y rios muertos, pero más cercanos a estos últimos lugares y con capas freáticas a no más de 4 ó 5 metros de profundidad, el suelo amarillo se transforma en suelo de "pradera", "pradera salobre", "salinos" y "salinos-alcalinos".

Gran parte de la zona actual bajo riego está dentro de estos tipos de suelos, evolucionando desgraciadamente hacia los tipos salinos y salino-alcalino, debido a los abundantes riegos y falta absoluta de desagües y drenajes.

Así un suelo originariamente apto para la explotación con riego se vuelve salino y luego alcalino, al librársele el riego, el que contribuye al ascenso del manto freático muy salino, perjudicándose terrenos en extensiones ya muy significativas con el siguiente abandono de los cultivos.

b) Condiciones de drenaje.

Con motivo del estudio para establecer las causas del ensalitramiento de los suelos y pérdi-

das de cultivos (especialmente citrus), en gran parte de la zona de riego actual, servida por la red de canales de la margen izquierda del río Dulce, se realizó un reconocimiento de la misma, principalmente desde el Canal Sur al Oeste, y hasta la localidad de Fernández al Este, concentrando dicho estudio en una zona piloto de 15.000 Ha.

De acuerdo a los datos obtenidos de los análisis "in situ" y en laboratorio, los suelos irrigados son de buen drenaje y regular contenido en materia orgánica (de 1,2 a 2%), pH moderadamente alcalino (7,6 a 8,4) y la cantidad de sales solubles es baja, cuando la capa freática se encuentra a más de 2 metros de profundidad. Ello demuestra que el perfil se ha ensalitrado debido al aporte de las sales del manto freático. En estas condiciones, típicos suelos de pradera se han transformado en salinos, "solonchak", con vegetación halófila, o en salino-alcalinos. Los cultivos que sobre ellos crecen, principalmente citrus, comienzan a desmejorarse con un 0,25% de sales solubles y prácticamente se pierden con cantidades de sales del orden del 0,5%.

Pero si se observan los análisis de la capa freática, se puede apreciar que las cantidades de sales son muy superiores a las que contiene el suelo (de 0,2 a 1,2%) o sea 2 a 12 gr/litro, lo que evidentemente resulta casi mortal para las raíces de los citrus que se profundizan en el suelo y han estado varios meses en ciertas épocas, dentro de la zona de salinización de dicha capa de agua.

Los estudios de nueve observaciones de la napa freática en la zona piloto ya mencionada, han demostrado que dicha napa de agua posee una pendiente definida de Noroeste a Sudeste del orden de 1%. Los análisis de laboratorio indican a esa agua freática como inapta para los cultivos con porcentaje elevado de bicarbonato y cloruro de sodio y el hecho de tener los suelos una ascensión capilar elevada, por los materiales constitutivos muy finos de su perfil, hacen salinos a los suelos cuando está a menos de dos metros de la superficie.

El efecto nocivo de la salinidad de la capa freática, aparte del tenor total de sales presentes, lo constituye la alcalinización del suelo que provoca la insolubilización de los prin-

cipios nutritivos del mismo, como son el hierro, fósforo, zinc, boro, etc., los que ya no son aprovechables en estas condiciones por las plantas. Los citrus son los más sensibles a la salinidad, de los cultivos regionales, pero también sufren la alfalfa, algodón, maíz y hasta los árboles forestales.

Los estudios a cargo de Agua y Energía fueron ampliados a mediados del año 1960, a una zona de 170.000 Ha, en donde se involucran las 15.000 Ha de la zona piloto.

De acuerdo a lo que ya se ha podido observar, las oscilaciones de la napa freática son significativas y el aumento de nivel de la misma, coincide con la época de riego (abril-setiembre). Hay diferencia de hasta dos metros de una a otra estación, en el nivel de la napa.

El panorama general de las 170.000 Ha es el que se pudo observar con detalle en las 15.000 Ha, es decir que el exceso de agua de riego entregado en grandes volúmenes, 2.000 a 3.000 m³ por riego y Ha, hace que gran parte del agua pase a las capas inferiores del suelo y engrose el caudal de las napas freáticas, las que no alcanzan a desagotar el excedente de agua de riego debido

II. B. 4. ANEXO III (6)

a su lento movimiento y escasa pendiente.

En estas partes será necesario disminuir los volúmenes entregados para riego, incluso suspenderlo parcialmente hasta que el descenso de la napa, ya sea por menores aportes de agua o desagües y drenajes, sea manifiesto. Hay que tener presente que un mismo volumen de agua, entregado en una sola vez puede ser perjudicial y entregado en dos o tres veces ser beneficiosos, debido a que el suelo tiene una capacidad de retención limitada, eliminándose los excedentes de agua hacia el subsuelo y napas.

Las partes donde el problema se hace evidentemente peligroso, es cuando el nivel de la napa es inferior a dos metros de profundidad desde la superficie, pues en este caso aparte del revenimiento de los suelos por el salitre, los suelos se saturan y se produce la asfixia de las raíces, principalmente de aquellos cultivos como los frutales y el alfalfa, de raíces profundas.

Por lo tanto será necesario prever el aumento del manto freático provocado en el futuro por el riego, pues está demostrado, aún dentro de la zona no irrigada, que cuando la capa de agua se

acerca a la superficie, se pierden los terrenos.

Deberá tenerse muy en cuenta esta dolorosa experiencia para estudiar un sistema de desagües y drenes en los lugares necesarios, al mismo tiempo que instruir al regante en el uso racional de agua, la cual debe ser entregada con mucha medida, debido principalmente a la facilidad de retención de la misma en las capas profundas del suelo, favorecida por la naturaleza limosa y coloidal de los subsuelos.

c) Selección de los terrenos.

De acuerdo a las disponibilidades de los volúmenes embalsados por el dique de Río Hondo, se regará en total en la zona del río Dulce, una superficie de 175.000 Ha correspondiendo aproximadamente unas 45.000 Ha a la zona de ampliación de los beneficios. Dicha zona de ampliación fue ubicada entre la vía férrea La Banda-Fernández y el río Dulce, con un límite oriental trazado por una línea recta de Fernández al río. En el año 1953 se realizó un estudio edafológico de detalle en dicha área que abarcó unas 58.000 Ha. Se excavaron 195 calicatas y del informe surgió la clasificación de los suelos y de la capa

II. B. 4. ANEXO III (8)

freática que se detalla a continuación: predomina neto de los suelos zonales del grupo de los "amarillos" (64,5%) y "amarillos salinos" (2,2%), en su perfil y capa freática muy profunda. En el resto encontramos suelos salinos, salino-alcalinos y sedimentos fluviales y aluviales de menor significación en extensión, y napas de agua más cercanas a la superficie del terreno.

II.B.4. Calidad de los suelos

ESTUDIOS ANTERIORES

A N E X O IV

MEDINA, Ingeniero Agrónomo, Luis Angel, Manejo racional de los suelos y del agua en la zona de regadío del río Dulce. Memoria técnica del Centro regional del noroeste de tecnología agropecuaria. Período 1959-1961, publicado por INTA (Buenos Aires, 1963) pp. 38/39.

La elevación de la napa freática:

serio problema de la zona de riego del rio Dulce

La Estación Experimental Agropecuaria de La Banda Santiago del Estero, ante la gravedad del problema de la elevación de la napa subterránea en la zona de regadío del rio Dulce, que abarca aproximadamente 80.000 hectáreas en su margen izquierda, afectando valiosas plantaciones de citrus con un total estimado de 800.000 plantas, aparte de forrajeras (alfalfa) y cultivos anuales, ha debido embarcarse en una investigación de gran aliento por la magnitud del área afectada. El desconocimiento del problema no sólo por parte de las instituciones oficiales sino aún de los propios productores, habían provocado una inercia absoluta en tal sentido. Contra este estado de cosas, el advenimiento del INTA ha permitido una reacción, primero caracterizando el problema por intermedio de su Sección Fertilidad y Riego de La Banda y luego llevando a cabo una eficaz difusión de los alcances y peligros de la falta de drenaje para los cultivos, mediante sus servicios de extensión. En tal forma, se ha logrado interesar a productores, legisladores y

II. B. 4. ANEXO IV (2)

organismos estatales que, como en el caso de Agua y Energía, han iniciado ya estudios para la construcción de una red de drenaje general.

Pero en tanto se organizaba toda esta acción la preeminencia de este problema sobre todo cuanto pudieran plantear las prácticas de riego o los suelos de la zona, ha obligado a realizar los primeros enfoques de una investigación acerca de las causas de la elevación de la napa y sus consecuencias sobre los terrenos del área. Los resultados de esta primera etapa de la labor permiten adelantar la opinión de que la red de grandes canales sin revestir tienen influencia en la elevación de la napa, sin que se pueda indicar aún en qué medida, porque para ello habría que completar el estudio y generalizarlo a toda la zona servida por esos cauces. Queda por delimitar la influencia del otro factor fundamental, el riego, que ha de ser motivo de estudio a continuación de los trabajos ya cumplidos.

De las observaciones efectuadas durante los trabajos mencionados, se extraen las siguientes conclusiones:

1. En toda la zona, a niveles variables, existe una capa impermeable constituida

por arcilla y tosca, que se presenta en algunos casos al metro de profundidad, y baja en otros a los 3 m y más. Probablemente esta capa actúa como manto impermeable que sustenta la napa, que sería de las denominadas "perched" por los americanos, es decir, "colgada".

2. Sin perjuicio de que el riego constituya un factor importante -quizá el principal- en el ascenso de la napa subterránea, ello no debe hacer destacar la influencia de los canales. Esto se pone de manifiesto al observar la curva que prácticamente presentan las alturas del agua en los pozos de observación practicadas.

En consecuencia, se considera factible adelantar la opinión de que la red de canales sin revestir contribuye a provocar la elevación de la napa subterránea, al alimentarla en forma permanente en la vecindad de su zona de influencia.

3. El agua de la napa freática a través de los casos observados, es de mala calidad, encerrando peligro de salinización, con el consiguiente desmejoramiento de los terre-

II. B. 4. ANEXO IV (4)

nos de cultivo.

A continuación se inserta el cuadro 27 con las observaciones realizadas.

CUADRO 27

Propiedades de conductividad eléctrica y pH
del agua de la napa freática y su
Profundidad

Pozo N°	Distancia del canal (en metros)	Profundidad del agua (en metros)	Conductividad eléctrica es- pecífica (micr/cm a 25°C)	pH
1	50	0,83	11.000	8,0
2	100	1,28	13,000	8,0
3	200	1,50	13.000	8,0
4	300	1,55	12,000	7,5
5	400	1,55	13.000	8,0
6	500	1,55	13.000	7,5

Estudio de las fluctuaciones del nivel de la
napa freática (La Banda IV-1) Ingeniero Agrónomo
Luis Angel MEDINA.

II.B.4. Calidad de los suelos

ESTUDIOS ANTERIORES

A N E X O V

MEDINA, Ingeniero Agrónomo, Luis Angel, Pérdidas en plantaciones cítricas en Santiago del Estero. Memoria técnica del Centro regional del noroeste de tecnología agropecuaria. Período 1959-1961, publicado por INTA (Buenos Aires, 1963) pp. 30 a 41.

II.B.4. Calidad de los suelos.

Pérdidas de plantaciones cítricas
en Santiago del Estero

La pérdida de plantaciones cítricas en la provincia de Santiago del Estero ha sido atribuida a diversos factores, y entre ellos, a la elevación de la napa freática. Hasta el año 1945 -fecha en que se señaló la decadencia de las plantaciones cítricas en el Litoral- el estado de estas plantaciones era normal.

A partir del año 1945 se comenzó a observar síntomas de decadencia: clorosis, pérdida de hojas, frutos de menor tamaño y finalmente, la muerte de las plantas. En un principio, esta declinación fue atribuida a la aparición de la enfermedad virosa denominada "tristeza" o "podredumbre de las raicillas".

En el año 1955 se estimó que la causa principal de las pérdidas era de origen edáfico.

La Estación Experimental inició estudios preliminares para determinar la causa de estas pérdidas en el año 1959. Se efectuó un ligero relevamiento de las condiciones físicas y tenores

II. B. 4. ANEXO V (2)

salinos de los terrenos del área, como así también perfiles, tanto en plantaciones normales como en declinación. En todos los casos se efectuaron observaciones acerca de las plantaciones en general, trabajos culturales y profundidad de la napa.

Si bien el número de perfiles (seis) efectuados hasta la fecha no es representativo del área, nos está indicando que la causa de la decadencia de los cítricos está directamente relacionada con la profundidad de la napa freática, salinidad del suelo, y posiblemente, a un tercer factor: la textura.

En general, en todos los perfiles se observa una napa muy superficial. Por debajo de 1 a 1,20 m de profundidad, el suelo está saturado y no se observa en esta profundidad, presencia de raíces, o sólo muy pocas.

Los valores de pH oscilan entre 8 a 8,5, lo que puede ser indicio para explicar los llamativos síntomas de deficiencias de algunos elementos menores, especialmente: zinc, hierro y manganeso, en los ejemplares de las fincas observadas.

La determinación de materia orgánica no indi-

ca deficiencias de la misma, certificando por el contrario, que los suelos de la zona están bien provistos.

En cuanto a la cantidad de cloruros, estos están por debajo de las cifras críticas. En muy pocos casos se han obtenido valores de 0,25 g por mil, para profundidades que no se computan como zona radicular.

Con respecto a las sales solubles totales, cuando ellas están por debajo de 2.000 ppm en el extracto de saturación, o la conductividad eléctrica está por debajo de 2.000 micromho, la salinidad no puede constituir un problema, aunque ella pueda depender de multitud de factores: ubicación en el perfil, textura del suelo, clima, etc. Por nuestra parte, hemos encontrado fluctuaciones en los distintos perfiles observados.

En algunos casos el factor textura ha tenido su acción indirecta, facilitando o impidiendo el desarrollo de raíces y la acción de la napa freática.

En el perfil 3, con una zona radicular hasta 50 cm de profundidad, se observan plantas normales, y en la misma finca en donde las raíces llegan a una mayor profundidad, las plantas no mues-

II. B. 4. ANEXO V (4)

tran, sin embargo, igual desarrollo.

Lo que ocurre en este caso es que los citrus han sido afectados por un avance más o menos rápido de la napa freática en la zona de raíces, formada en años en que el nivel de aquélla era más bajo.

Al comparar el perfil 1 con el 2, realizados en la misma finca, se observa en la zona del primero plantas afectadas y en el segundo, plantas normales, aunque la napa en ambos casos está a igual profundidad. La diferencia debe atribuirse al tenor salino mayor en el primer perfil que en el segundo, con un valor por encima de lo admitido por las plantas cítricas.

En los perfiles 5 y 6 se observan las siguientes condiciones: baja salinidad y aproximadamente igual en ambos perfiles, lo mismo que la textura. En cambio, el nivel de la napa se estabiliza debajo de los 3 m en el perfil 5 (plantas normales), mientras que en el perfil 6 el agua libre avanza prácticamente hasta el metro de profundidad, ocupado por raíces. En el primer caso está sobresaturado recién desde 1,70 m de profundidad, suficiente para la expansión de las raíces sin peligro de la napa. La expli-

cación depende en este caso de un factor local completamente debido al azar: el nivel de la finca desciende progresivamente hacia el fondo, como se ha hecho notar en las observaciones de campaña, llegando el desnivel hasta 1 m entre el frente y el fondo de la finca, en una distancia de 400 m.

Los resultados obtenidos hasta el presente -pese a no haberse terminado la investigación- indica que la decadencia de los cítricos se halla ligada a dos factores fundamentales: la profundidad de la napa freática y la salinidad del suelo, y a un tercer factor que actúa en forma indirecta: la textura.

Determinación de las causas de la pérdida de plantaciones cítricas. (La Banda IV - 2) Ingeniero Agrónomo Luis Angel MEDINA.

II. B. 4. ANEXO V (6)

Características estudiadas en suelos de fincas
con citrus en decadencia

Perfil Nº	Profundidad (cm)	pH	Materia orgánica g % suelo seco al aire	Cloruro g/ 1000 5	Sales totales p/cond. eléc. del extr. a sat. (mic./cm a 25° C) 6
1	2	3	4		
1	0-120	8,0	1,7	0	3.486
	120-200	8,7	1,14	0	2.958
2	0-50	7,9	2,27	0	1.477
	50-100	8,0	1,14	0	768
	120-200	8,2	0,86	0	768
3	0-50	8,1	2,56	0	1.536
	50-100	8,8	1,70	0	2.403
	100-200	8,7	1,43	0,25	3.663
4	0-50	8,7	3,12	0	1.396
	50-80	7,6	0,85	0	4.048
	80-100	8,2	0,57	0,25	4.048
	100-120	8,0	-	0	3.076
	120-150	8,2	-	0,25	4.048

II. B. 4. ANEXO V (7)

1	2	3	4	5	6
4	150-200	8,3	-	0,25	4.273
5	0-70	8,5	0,57	0	548
	70-100	8,2	0,28	0	480
	100-200	8,3	-	0	640
6	0-70	7,9	1,43	0	853
	70-150	8,2	0,57	0	853

II.B.4. Calidad de los suelos

ESTUDIOS ANTERIORES

A N E X O VI

HARZA ENGINEERING COMPANY. Informe de factibilidad. Proyecto de Río Dulce, Estudios básicos. (Buenos Aires, 1965).

CAPITULO II - RECURSOS DE LA TIERRA

Características del suelo



Estudios Previos.

Como se indicara en el Informe algunas de las tierras del Proyecto Rio Dulce vienen siendo irrigadas desde hace muchos años. Los suelos del Proyecto Rio Dulce han sido estudiados en forma muy detallada. En general, los datos disponibles de informes anteriores indican que los suelos de la región son aptos para la agricultura bajo irrigación dado que los mismos poseen las necesarias propiedades químicas y físicas. Los informes anteriores coinciden en destacar el continuo deterioro que sufren las tierras debido al incremento de la salinidad y a la presencia de una capa freática muy próxima a la superficie.

Ya en 1941, PAULSEN, REICHART y SOMOZA estudiaron la salinidad de estos suelos en la Estación Experimental de La Banda 1/. Este estudio

1/ PAULSEN, E.F.; REICHART, Manfredo A.L.; y SOMOZA, Arturo L., Estudio de los suelos en Santiago del Estero - Estación Experimental de La Banda, 1941.

II. B. 4. ANEXO VI (2)

intentó solucionar los problemas básicos relativos a las tierras: (1) abastecimiento inadecuado de agua, y (2) salinidad y alcalinidad de los suelos. Las investigaciones clasificaron los suelos de la estación de La Banda como salinos y salino-alcalinos. El estudio fue interrumpido debido a la falta de un drenaje apropiado.

En 1953, BANDURA, de Agua y Energía Eléctrica (A.yE.E.) estudió los suelos de la zona de Fernández, ubicada entre la ciudad de Santiago del Estero y la estación ferroviaria de Fernández y los correspondientes a las tierras fiscales que se encuentran entre las vías del Ferrocarril de Bartolomé Mitre y el río Dulce 1/. Ese estudio que abarcaba un área de unas 58.000 hectáreas, consideraba la tesitura de los suelos subterráneos y superficiales, profundidad hasta la napa freática, calidad del agua subterránea, permeabilidad de los suelos y las características de drenaje. BANDURA determinó que a pesar de que los suelos no eran uniformes, aproximadamente el

1/ BANDURA, I. Irrigación en Río Dulce - Zona de Fernández. Octubre, 1953.

91 por ciento de las tierras se prestaban para la irrigación, el 6 por ciento era adecuado pero requería cambios en su composición química el 3 por ciento restante también se adecuaba pero estaba sujeto a inundaciones. El 30 por ciento de la tierra sujeta a inundaciones fue considerada como no apta para los fines de irrigación debido a las ondulaciones del terreno, cañadones y depósitos de arena.

WIDLER, en 1959-60 estudió los suelos y el nivel de la napa freática en más de 15.000 hectáreas de tierras próximas a La Banda 1/.

MIKENBERG y CAPPANNINI realizaron un estudio de los suelos en la Estación de San Isidro, ubicada al Sur de la ciudad de Santiago del Estero y al Oeste del río Dulce 2/. Hallaron que estos tipos de suelos estaban relacionados con antiguas tierras forestales. Se observaron pequeñas áreas

1/ WIDLER, R.E. Características de los perfiles de suelos - (Notas de campaña), Santiago del Estero. Agua y Energía Eléctrica, Julio 1960.

2/ MIKENBERG, N. y CAPPANNINI, Dino A. Provincia de Santiago del Estero - Instalación de San Isidro..

II. B. 4. ANEXO VI (4)

salinas. Se llegó a la conclusión de que los suelos no presentarían ninguna dificultad seria para ser cultivados y que los mismos eran representativos de los suelos de la margen derecha del río Dulce.

En 1959, PEARSON de la FAO, Naciones Unidas, investigó la fertilidad del suelo en la zona de Santiago del Estero 1/. Halló que estos suelos poseían excelentes propiedades físicas y contenían una elevada proporción de potasio. Aprentemente carecían de la cantidad necesaria de nitrógeno y notó que además, algunas deficiencias en cuanto a zinc y manganeso se refiere.

En 1962, BANDURA extendió sus estudios a 145.000 hectáreas de tierras ubicadas sobre la margen izquierda del río Dulce 2/. Tres grupos de suelos fueron clasificados: castaños neocálculos, salinos o solonchak y fluviales y aluvia-

1/ PEARSON, Robert W. Investigación de la Fertilidad de Suelos en la Argentina - Boletín N° 1099. FAO, Roma 1959.

2/ BANDURA, J. Estudio Preliminar de la Napa Freática en la Zona de Irrigación del río Dulce (Provincia de Santiago del Estero) 1953

les. Concluyó destacando la necesidad de recuperar los suelos salinos y alcali-salinos. Expresó que el drenaje y la inclusión de un elemento en la composición del suelo tal como el yeso (cinco a diez toneladas por hectáreas) sería necesario para asegurar que el contenido de sodio del suelo no aumentase bajo la intensa percolación de sales solubles.

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria también ha realizado estudios en la zona de Santiago del Estero ^{1/} Basándose en la Clasificación argentina, los suelos de Santiago del Estero pertenecen al Grupo II; i.e. suelos bien drenados donde los materiales básicos son bastante pobres en silicatos meteorizables. Carecen o son muy escasos los horizontes de argilita, pero en suelos pobremente drenados, tales horizontes se han desarrollado bien. Los suelos son de color marrón rojizo, abundando los solonchak y sales de yeso.

^{1/} PAPADAKIS, J. Suelos de Argentina - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Soil Science Vol. 95 no. 5, Mayo 1953.

Clasificación de los suelos.

Los suelos del área del río Dulce han evolucionado de sedimentos aluviales y eólicos re-depositados, y pertenecen al grupo zonal de amarillos con transición al pardo. A los fines de la evaluación, los tres grupos de suelos descriptos por BANDURA han sido utilizados en este Informe:

- (1) pardo no cálcico, (2) salino o solonchak, y
- (3) fluvial y aluvial.

- (1) Pardo no cálcico. Este grupo se subdivide de acuerdo con su color en suelos color pardo oscuro, pardo, y pardo claro hasta pardo amarillento. Los suelos color pardo oscuro tienen un pH de casi siete, con un contenido promedio de materia orgánica y carecen prácticamente de estructura. Los carbonatos se hallan presentes en la parte inferior del perfil. Los suelos pardos cubren la mayor parte del área y tienen una composición similar a los pardo oscuros, pero con un menor contenido de materia orgánica. Los suelos pardo amarillentos se encuentran generalmente cubiertos por arbustos

y contienen poca materia orgánica.

(2) Salino o Solonchak. Los suelos de este grupo son intrazonales y se encuentran en áreas de depresión, generalmente en presencia de una napa freática poco profunda. Los suelos salinos o solonchak se caracterizan por su elevado contenido de sales.

(3) Sedimentos Fluviales y Aluviales. Depósitos recientes de suelos arenosos y margo limosos se encuentran a lo largo de la primer terraza del río y sus diversas ramificaciones. Los depósitos varían en profundidad, dependiendo ello de su distancia al río. Se encuentran sedimentos más antiguos a lo largo de los cauces secos que cruzan desde Vilmer Beltrán a Yaso.

MIKENBERG y CAPPANNINI clasificaron los suelos de la margen occidental del río Dulce, en la Estación de San Isidro, como suelos de bosque pardo, bosque gris y salinos. Los suelos de "bosque" y salinos son comparables con los pardos

II. B. 4. ANEXO VI (8)

no cálcicos y solonchak descriptos arriba. Los suelos salinos comprenden aproximadamente el 20 por ciento de los suelos en esa Estación.

Propiedades del Suelo.

Se efectuó un reconocimiento de campaña de las tierras irrigadas y de otras tierras potencialmente irrigables para determinar las condiciones actuales de los suelos, para identificar los problemas involucrados y para delinear las tierras que se adecuaban para una agricultura bajo riego. Durante el estudio de reconocimiento se tuvo en cuenta estudios anteriores de suelos y de napa freática, como así también pares estereoscópicos aerofotográficos.

A fin de suplementar estudios anteriores se efectuaron perforaciones a barreno y se examinaron los perfiles en lo referente a textura, estructura, color, y presencia de carbonatos en los suelos. La ubicación de estas perforaciones figura en la Plancha 4 y los perfiles figuran en la Plancha 5. Se efectuaron ensayos de conductividad y determinación de sodio por fotómetro de llama, en el laboratorio del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en La Ban-

da. Se efectuaron análisis físicos y químicos detallados sobre muestras representativas, en el Instituto de Suelos Asunción. Estos análisis incluyeron conductividad del extracto saturado, requerimientos de yeso, porcentaje de agua en saturación, capacidad de intercambio de cationes, fósforo y potasio disponibles y granulometría. Los resultados de los ensayos de laboratorio sobre muestras de suelos tomadas durante el reconocimiento de campaña, se presentan en la Plancha 6.

Propiedades Físicas.

Los suelos del Proyecto Río Dulce son origen reciente y de textura liviana a mediana, resultando en perfiles débilmente desarrollados. La textura de los suelos varían desde marga arenosa hasta marga arcillosa predominando principalmente la marga limosa.

Estas texturas son características de materiales depositados por las aguas.

El color de los suelos pareció ser bastante homogéneo. Predominando los colores pardo y pardo amarillo en el perfil del suelo. Los suelos con un alto contenido de sodio tenían un color característico que variaba del gris oscuro al

II. B. 4. ANEXO VI (10)

negro.

Los suelos más livianos predominan un poco más en la parte septentrional del Proyecto, aunque pueden observarse pequeñas zonas dentro del área, donde se han venido depositando arenas.

La composición mecánica del suelo de textura más liviana, consiste en aproximadamente un 60 por ciento de arena, 17 por ciento de limo y un 14 por ciento de arcilla (PB3) 1/. La composición de los suelos más pesados es de aproximadamente un 32 por ciento de arena, un 33 por ciento de limo y un 33 por ciento de arcilla (PB12). La capacidad de retención de agua de los suelos varía entre un 25 a un 35 por ciento. Las propiedades características de los suelos areno-limosos y limosos son: capacidad de campo aproximadamente 15 por ciento y punto de marchitamiento aproximadamente 8 a 10 por ciento. El valor de diseño promedio de humedad disponible para condiciones normales de suelo, sería aproximadamente de 3, 7 a 5 centímetros por cada 30 centímetros de suelo.

1/ (PB3) = Perforación a Barreno N° 3.

Los ensayos de infiltración efectuados por L. MEDINA del INTA 1/ y L. BANDURA de AYRE confirman la presencia de suelos abiertos. Los coeficientes de infiltración obtenidos para los suelos del Proyecto variaron entre 1,6 (4 cm) a 3,2 (20 cm) pulgadas por hora. En bases a estos resultados los suelos son permeables a muy permeables.

Los suelos salinos-alcalinos tienden a formar una fina capa, ligeramente dura, cerca de la superficie en aquellas áreas no cultivadas, e impidiendo de esta manera el movimiento del agua hacia abajo. La estructura de **estos** suelos de tipo permeable puede ser mejorada mediante la adición de materia orgánica seguida por aradas profundas y lavado de suelos.

Composición química.

Se observó que la composición química de los suelos del Proyecto es variable. El pH de la

1/ MEDINA, L. Notas de campaña. Ensayos de infiltración en las Estaciones Experimentales de La Banda y San Isidro (aún sin publicar), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

II. B. 4. ANEXO VI (12)

.....

pasta saturada varió de 5,1 a 11,0 pero fue generalmente básico. Los suelos superiores, en las perforaciones a barreno Nos. 12, 19 y 28, tenían una reacción ligeramente ácida. Los suelos con un pH superior a 8,5 generalmente tienen un alto contenido de sodio. Los ensayos para yeso indicaron deficiencias en su contenido en las inmediaciones de las perforaciones Nos. 3, 12, 26 y 33.

Dado que tanto la capacidad de intercambio de cationes como las propiedades de retención de humedad está relacionadas con la textura del suelo, estas propiedades por lo general están correlacionadas entre sí. Los porcentajes de saturación de los suelos variaron del 21 al 48 por ciento y los ensayos de capacidad de intercambio de cationes variaron entre 18 a 22 miliequivalentes por cada 100 gramos. Partiendo de esta comparación podemos considerar como representativa una escala más amplia de capacidad de intercambio de cationes. Las capacidades más bajas de intercambio de cationes indican la presencia de caolinita e illita o de arcillas no expandibles, mientras que las capacidades más altas indican la presencia de mayores cantidades de montmorillon-

nita.

Salinidad.

En muchas áreas, en especial donde la napa freática está próxima a la superficie, aparece sal. Dado que julio es un mes seco, los movimientos de la sal por capilaridad serán mayores. Nuestros resultados pueden reflejar esto, dado que la mayor parte de las muestras fueron tomadas durante el mes de julio en áreas donde existen problemas de salinización.

El grado de salinidad en el perfil del suelo está basado en la medición de la conductividad eléctrica en el extracto de saturación, y ha sido descripto de acuerdo con las siguientes escalas:

<u>Grado de salinidad</u>	<u>Conductividad Eléctrica</u> <u>(mmhos/cm)</u>
No-salino	0 - 4
Levemente salino	4 - 8
Moderadamente salino	8 - 16
Muy salino	más de 16

II. B. 4. ANEXO VI (14)

Clasificación de Suelos Salinos y Alcalinos

Conductividad del Extracto Saturado (mmhos/cm)	Sodio Intercam- biable (porcentaje)	pH
Salino 4 o más	menos de 15	generalmente menos de 8,5
Alkali salino 4 o más	15 o más	generalmente menos de 8,5
Alkalino-salino	menos de 4 15 o más	generalmente más de 8,5

1/ El pH es de utilidad con fines del diagnóstico, pero a veces ocurren casos excepcionales. Por ejemplo, algunos suelos con alto valor de sodio intercambiable tienen una reacción ácida.

En general, los suelos del Proyecto Rio Dulce son salinos o alkali salinos.

Fertilidad.

La fertilidad del suelo es indicada por el contenido de materia orgánica y la disponibilidad de fósforo y potasio intercambiable en la parte superior del suelo.

El contenido de materia orgánica en los 0-15 centímetros superiores de los perfiles del suelo

variaron del 0,6 al 3,7 por ciento, promediando aproximadamente un 1,5 por ciento. La adición de materia orgánica sería beneficiosa para mejorar la estructura del suelo y para la recuperación de las tierras alkali-salinas.

Los niveles de fósforo y potasio disponible están por encima del nivel promedio. El aumento en los rindes debido a la aplicación de cualquiera de estos elementos no es probable, a no ser en tierras bajo intenso cultivo.

Clasificación de tierras.

La clasificación de tierras es un procedimiento sistemático empleado para determinar tierras sobre la base de su adaptabilidad para ser puestas bajo riego. La adaptabilidad es medida en términos de la capacidad de pago prevista luego de considerar la capacidad potencial de proyección, los costos de producción y los costos del desarrollo de la tierra.

Tipo de clasificación.

La clasificación de los suelos por reconocimientos involucra un lineamiento general de las características del suelo, de destacada importan-

II. B. 4. ANEXO VI (16)

cia en la planificación preliminar de desarrollo de irrigación. Este tipo de reconocimiento es aplicable al Proyecto Río Dulce, donde sólo se dispone de información general sobre las extensiones de tierras arables. Esta clasificación ayuda a permitir determinar la extensión, ubicación y calidad de las tierras irrigables y obtener de las mismas la suficiente información que justifique la realización de investigaciones más detalladas.

Normas para la Clasificación.

Se efectuó un estudio de reconocimiento de tipos de tierras sobre 231.700 hectáreas, utilizando como base la información que sobre suelos se disponía de estudios anteriores, controlándola o confirmándola mediante la interpretación estereoscópica de pares aerofotográficos. Al determinar las clasificaciones se consideraron los suelos, la topografía y las deficiencias de drenaje. El siguiente criterio, que corresponde al criterio de clasificación empleado por el U.S. Bureau of Reclamation, fué utilizado para clasificar la tierra.

Clase 1 - Tierras relativamente parejas y sin problemas serios de salinidad, dre-

naje o topografía. Estas tierras tienen potencialmente una capacidad de producción relativamente alta.

Clase 2 - Tierras que tienen limitaciones de suelo, topografía, drenaje, o una combinación de estos factores. Generalmente estos suelos son variables, variando desde margo arenoso a margo arcillo-limosos. Estas tierras tienen capacidad intermedia de producción.

Clase 3 - Tierras consideradas como solo regulares para irrigación. Son suelos de textura liviana a pesada que requieren mucho desmonte, nivelación o drenaje, o una combinación de estos factores. Grandes áreas bordeando el río, o algunas áreas de depresiones dentro de la zona del Proyecto se hallan dentro de esta clasificación, las que requerirán drenaje y lavado para obtener así el máximo de productividad.

II. B. 4. ANEXO VI (18)

Clase 4 - Tierras consideradas temporariamente inaptas para la irrigación debido a la presencia de una napa freática poco profunda y/o excesiva salinidad. Estas tierras tienen el mismo potencial de productividad que las de las Clases 2 ó 3 una vez recuperadas.

Clase 5 - Tierras que tienen deficiencias excesivas de suelo, topografía o drenaje. Estas se presentan por lo general a lo largo del río, cursos de agua o en zonas con topografía muy abrupta. Estas tierras no son aptas para la irrigación.

Resultados de la clasificación.

Los resultados de este reconocimiento indican grados variables de adaptabilidad de tierras para llevar a cabo una agricultura bajo riego. Sobre la base de las normas de clasificación delineadas más arriba, las tierras fueron agrupadas en cinco clases con respecto a los potenciales económicos y de producción (Tabla II-1).

La corrección de las deficiencias mediante el drenaje y el lavado permitirá que gran parte de las tierras pasen a clases más altas. Por ejemplo, la tierra actualmente clasificada como Clase 3 debido a deficiencias combinadas de suelo y drenaje pasará a ser de la Clase 2 una vez introducidas las facilidades de drenaje. La corrección de las deficiencias de topografía mediante la nivelación elevará la tierra a clases más altas. Se prestó consideración a los factores topográficos, condiciones del suelo, drenaje, limpieza y problemas de administración para determinar el potencial económico y de producción del área bajo estudio.

Requerimiento para la Recuperación.

El primer paso a ser tomado para recuperar suelos salinos y alcalinos es la instalación de drenajes a fin de bajar la napa freática. Esto permitirá el movimiento hacia abajo de las sales luego de producidas la lluvia o una vez irrigadas. Los drenes controlarán el nivel de la napa freática evitando de esta manera el movimiento por capilaridad del agua y de las sales hacia la superficie del terreno.

II-TABLA II-2Clasificación de Tierras con y sin Recuperación

Clase de Tierra	<u>Condición Actual</u>		<u>Con Recuperación</u>	
	Area Total clasificada	Area dominada por los Canales Actuales	Area Total Clasificada	Area Dominada por los Canales Actuales (existentes)
1	51.960	21.970	52.420	21.970
2	89.140	59.020	117.010	85.070
3	43.050	18.630	55.570	18.630
4	40.850	26.050	—	—
6	<u>6.660</u>	<u>3.230</u>	<u>6.660</u>	<u>3.230</u>
Total	231.660	128.900	231.660	128.900

Los resultados indican que tierras que actualmente pertenecen a la Clase A pasarán en su mayor parte a la Clase 2 mediante recuperación. Alrededor de las dos terceras partes del área servida por el actual sistema de canales entrará a formar parte de la clase 2.

T A-B-L A II-1

Potenciales de Producción de la Tierra

<u>Clase de Tierra</u>	<u>Adaptabilidad para irrigación constante</u>	<u>Hectáreas</u>
1	Buena	51.960
2	Bastante buena	89.140
3	Regular	<u>43.050</u>
	Sub-Total	184.150
4	Inapta (recuperable)	40.850
6	Inapta (no recuperable)	<u>6.660</u>
	Sub-Total	<u>47.510</u>
	Total	231.660

Nuestras estimaciones de la cantidad de tierra incluida en cada clase, dentro del área total clasificada, y para el área dominada por el actual sistema de canales, se hallan resumidas en la Tabla II-2.

El segundo paso es llevar a cabo ensayos de lavado de suelos en aquellas áreas que están siendo recuperadas. Parece ser que el lavado de los suelos salinos no será tarea difícil debido a las permeabilidades favorables de los suelos. En áreas con un alto contenido de sodio y bajo contenido de calcio y magnesio, o donde se ha formado una caparazón de tosca debido a la salinidad excesiva, podrán requerirse medidas adicionales para su recuperación. En estos casos puede ser necesario utilizar un corrector químico tal como el yeso, seguido por una arada profunda e irrigación. La cantidad de correctores químicos a ser agregados a estos suelos será restringida a un área limitada dado que hay disponibilidad de otras tierras que pueden ser desarrolladas para la irrigación a un costo razonable. La recuperación de tierras en las proximidades de la Perforación a Barreno N° 26 puede requerir hasta 20 toneladas de yeso por hectárea. El requerimiento promedio de yeso, para aquellas tierras donde se necesita de este elemento, será de unas 10 toneladas por hectárea.

Se dispone de yeso de buena calidad en las proximidades de la ciudad de Santiago del Estero.

Esto proveerá una buena fuente de abastecimiento de yeso a un costo razonable, para ser empleado en la recuperación de tierras dentro de la zona del Proyecto.

El tercer paso será el mantenimiento de un equilibrio químico adecuado, mediante la realización de ensayos frecuentes para determinar el movimiento de sales en el perfil del suelo y la ampliación del Paso 1 o la repetición del Paso 2 según fuese necesario.

Los suelos alcali-salinos requerirán más atención durante la recuperación, especialmente si se presenta sodio o una caparazón de tosca. Esto es un caso usual que se presenta en áreas que han sido abandonadas durante períodos prolongados. La corrección de los suelos alcalinos dependen en gran parte de tratamientos con yeso, sulfuro y ácido sulfúrico.

Los costos estimados para la corrección de las deficiencias del suelo han sido incluidas en el análisis económico del Proyecto.

Administración de las Tierras.

La producción máxima de las tierras del Proyecto dependerá en gran parte de la forma en que

se administren los problemas relativos a los suelos, las aguas, y las tierras. Problemas importantes de administración se presentarán asociados con los aspectos de drenaje y lavado de sales de las tierras. Durante la instalación del drenaje será aconsejable encarar un programa de mediciones a fin de obtener información sobre la composición actual de los suelos, permitiendo de esta manera observar los cambios que podrían afectar la estructura del suelo, y finalmente los rindes de producción de los cultivos, debido a la remoción de sales y al descenso del nivel de la napa freática. Cualquier problema pendiente que se encontrase puede ser corregido rápidamente mediante programas de acción inmediata.

Se prevé que el mantenimiento de un equilibrio adecuado de sales y de estructura de suelos, serán los problemas más serios que se encontrarán. El lavado de las sales en el momento adecuado es necesario para asegurar la germinación de la semilla y una continua producción elevada. También es necesario tomar precauciones especiales durante y luego del lavado de los suelos salino-alcalinos. Parte de la tierra ha sido irri-

II. C. 4. ANEXO VI (24)

gada durante muchos años sin un drenaje adecuado. En las zonas más antiguas bajo riego, el sodio ha llegado a ser el catión predominante y forma capas delgadas. Debido a que los suelos son de textura liviana, la recuperación puede ser llevada a cabo agregando materia orgánica y yeso al suelo, arando profundamente, drenando y cultivando especies de raíces profundas resistentes a la sal.

Los suelos de las áreas son inherentemente fértiles. Es importante mantener el nivel de fertilidad reemplazando los elementos perdidos por el uso, la fijación o el lavado. El residuo o rastrojo de las cosechas, al quedar en la tierra durante el arado, ayuda a mantener la fertilidad del suelo y actúa como fuente de materia orgánica y de nutrición de la planta. Fertilizantes adicionales también incrementarán la contribución por parte de la materia orgánica del suelo aumentando los residuos, incluyendo tallo y raíces.
