

O/H. 12221
P19

43094

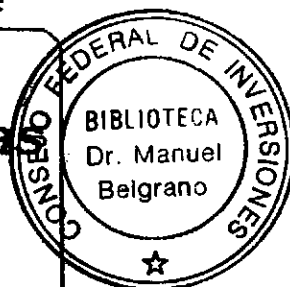
Facultad de Agronomía y Veterinaria



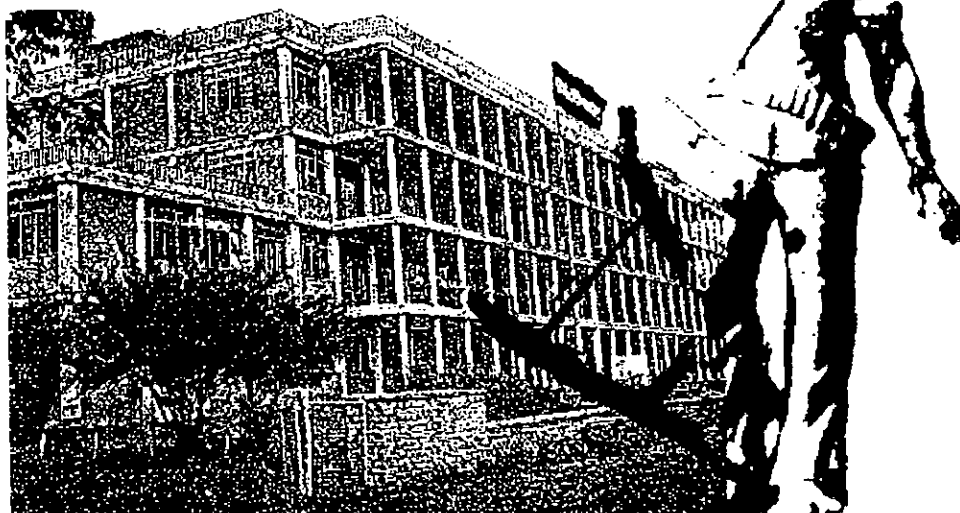
Convenio Bilateral C.F.I. - Pcia. Santa Fe



*Aptitud de
Tierras y Aguas
para Frutilla
en el Área
de Coronda*



Ing. Agr. Miguel Pilatti - Ing. Rec. Híd. Roberto Marano



Aptitud de Tierras y Aguas para frutilla en el área de Coronda

ACUERDO CONVENIO C.F.I. - PCIA. SANTA FE Y F.A.V.E (U.N.L.)
Noviembre, 1996.

INFORME FINAL

1. Área de interés. Objetivos del estudio
2. Cultivo principal: evolución área cultivada
3. Zonificación del área en estudio
 - 3.1.1 Suelos
 - 3.1.2 Clima
 - 3.1.3 Aguas
- 3.2 Criterios.
 - 3.2.1 Calidad de agua para riego de frutilla.
 - 3.2.2 Clasificación de las tierras para la producción de frutilla con riego suplementario.
4. Caracterización de las Zonas
 - 4.1 Recursos hídricos.
 - 4.2 Inventario de las tierras.
5. El cultivo de Frutilla
 - 5.1 Origen
 - 5.2 Organografía
 - 5.3 Clima y suelo
 - 5.4 Desarrollo :Termo y Fotoperíodo
 - 5.5 Tamaño del plantín
 - 5.6. Demanda de agua
 - 5.7 Requerimientos nutricionales
 - 5.8. Manejo del cultivo en Coronda
 - 5.8.1. Evolución
 - 5.8.2. Estado actual
 - 5.8.3. Ensayos agronómicos
6. Demanda máxima de agua
7. Disponibilidad de agua para riego.
8. Conclusiones
9. Agradecimientos.
10. Bibliografía consultada.
11. Apéndice: I) Suelos de la Región II) Análisis complementarios de aguas.

1. **ÁREA DE INTERÉS. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.**

La ciudad de Coronda, cabecera del distrito del mismo nombre, es tradicionalmente conocida por ser la principal zona de producción de frutilla del país, siendo el cultivo de mayor trascendencia del área. Aunque es la principal proveedora de ese producto, no es el único que se cultiva en el Distrito ni el que ocupa la mayor parte de su superficie: también se cosechan otras plantas hortícolas, árboles frutales (especialmente citrus), cereales y forrajeras, aunque estos dos últimos rubros ocupan suelos diferentes de los dedicados a horticultura en dicho distrito.

Pero la frutilla es el eje alrededor del cual giran las principales actividades. Allí se realiza anualmente la "Fiesta Nacional de la Frutilla" y aparecieron comercios y agroindustrias derivadas de esa producción (Por ejemplo, fábricas de dulces regionales). La ciudad progresó, tiene escuelas e institutos educativos de niveles primario, secundario y terciario, es sede de eventos deportivos náuticos convocantes y de importancia, el comercio local satisface las principales necesidades de su población, etc.

A pesar del progreso regional, periódicamente y en forma cíclica (cada 15 o 20 años) las autoridades corondinas o algún centro de horticultores de la localidad se presenta ante instituciones técnicas oficiales, buscando asesoramiento y mejoras tecnológicas que se traduzcan en una mayor rentabilidad agroproductiva. El tema central es siempre la frutilla.

Así, a fines de la década del 50 se solicitó el apoyo del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Santa Fe, el cual confeccionó un mapa de suelos del Distrito. Pero estos trabajos demandaron unos tres años y en ese lapso se diluyó la demanda original. Posteriormente el INTA estableció allí una agencia de asesoramiento hortícola, cuyos técnicos realizaron numerosos ensayos sobre fertilización, riego, conservación de aguas pluviales, introducción de variedades de frutilla nuevas para la zona, etc. Esta gestión duró unos 20 años y se lograron importantes progresos. Posteriormente el INTA desplazó su oficina hacia el cinturón hortícola de la ciudad de Santa Fe, encontrándose actualmente su sede en Angel Gallardo.

Como resultado visible de los emprendimientos citados se aumentó la producción de frutilla, se abarató su precio de venta (lo que se tradujo en un mayor consumo en el mercado regional) pero también cambió el tipo de producto. Las variedades actuales son de mayor tamaño que la tradicional frutilla "Corondina", pero menos succulentas y aromáticas.

El presente trabajo es un Acuerdo entre el Convenio C.F.I.-Pcia. de Santa Fe y la Facultad de Agronomía y Veterinaria (UNL), para el "*Diagnóstico de la aptitud de aguas y tierras para el cultivo de frutilla en la zona de Coronda, Provincia de Santa Fe*". Se definió como área objeto de estudio a la delimitada al norte por la localidad de Desvío Arijón, al sur por el río Colastiné, al este por el río Coronda y al Oeste por la autopista Santa Fe-Rosario. En las figuras 1 a y b se muestra la región objeto de estudio y el área comprendida entre esos límites.

Específicamente en este Acuerdo se pretende :

- 1- Estimar la distribución de tierras aptas para riego con cultivo de frutilla.
- 2- Estimar la demanda de agua y macronutrientes de ese cultivo.
- 3- Evaluar la calidad y cantidad de agua para riego, tanto de origen superficial como subterránea.

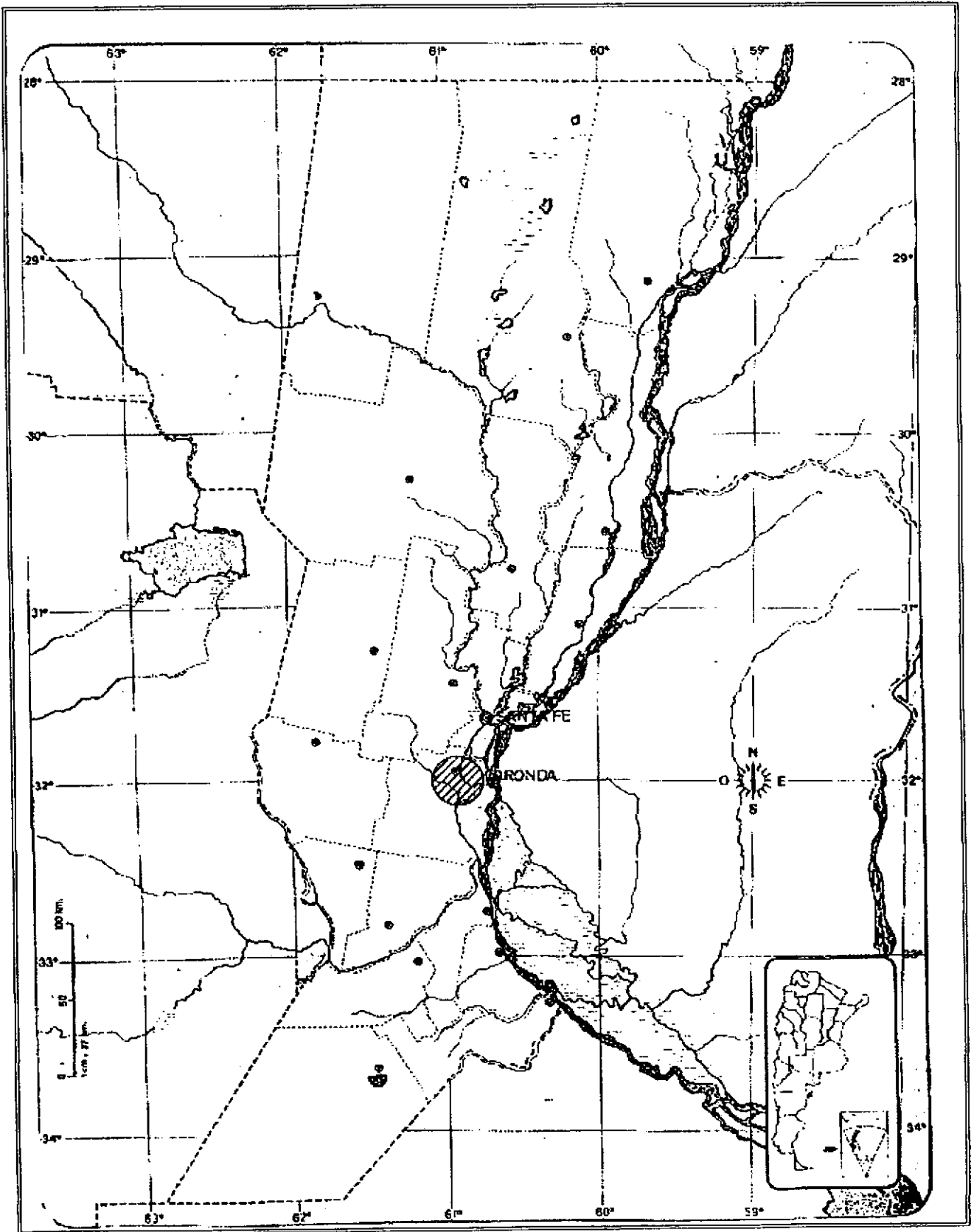


Figura 1a: Ubicación geográfica de la zona de interés para el estudio de la aptitud de Tierras y Aguas para frutilla.

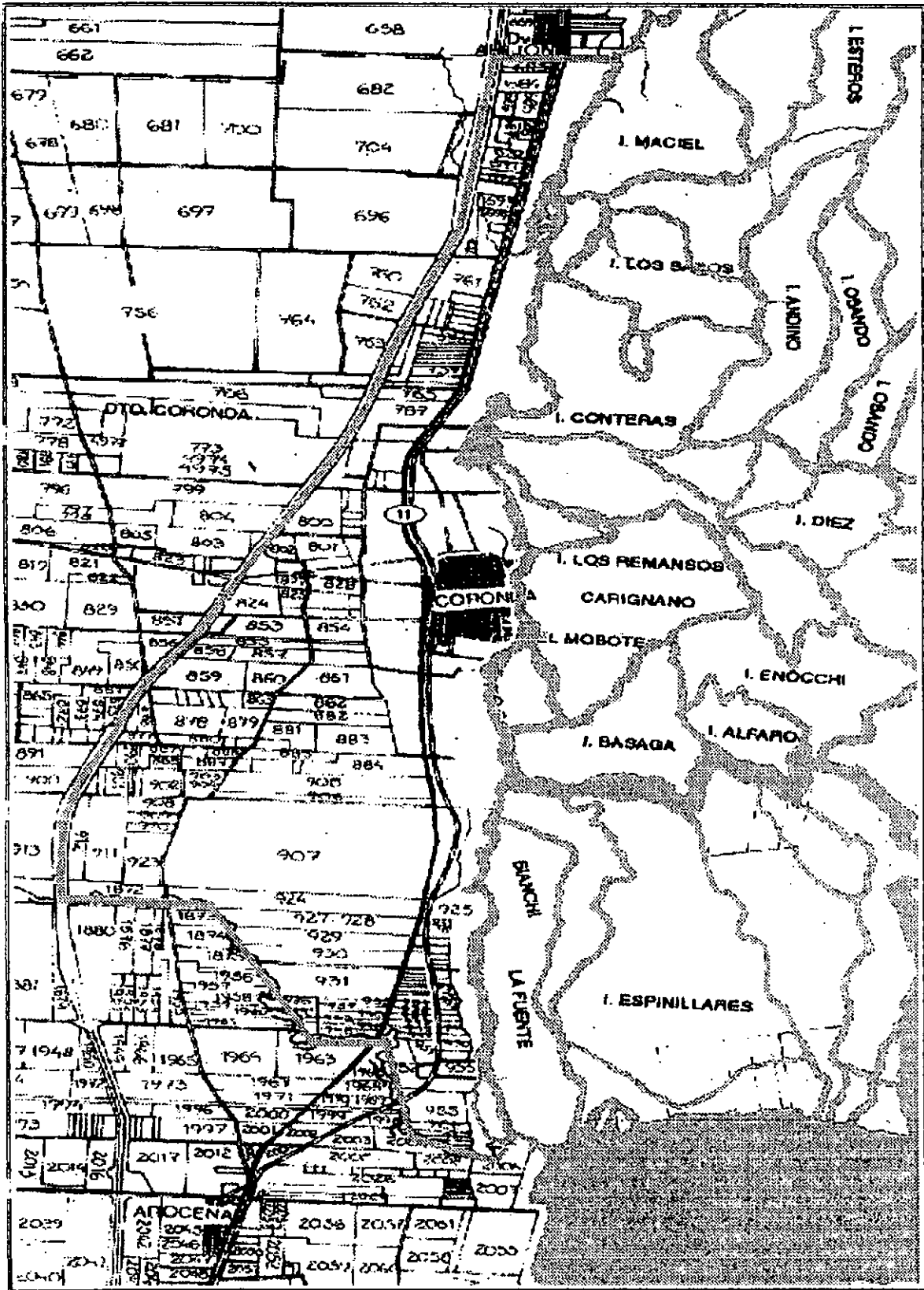


Figura 1b: Delimitación de la superficie del Proyecto para el estudio de la aptitud de Tierras y Aguas para frutilla.

2. CULTIVO PRINCIPAL : EVOLUCIÓN ÁREA CULTIVADA

En el cuadro 1 se ofrece la evolución de la superficie cultivada con frutilla y rendimientos por hectárea, tanto en Coronda como en el resto del país.

Cuadro1 : Producción y superficie cultivada con FRUTILLA (Según SAGyP, 1995)

AÑOS	DEPARTAMENTO SAN JERÓNIMO			REPÚBLICA ARGENTINA		
	Superficie	Producción	Rendimiento	Superficie	Producción	Rendimiento
59-60	466	506	1100	800	1270	1590
60-61	306	460	1530	600	1300	2170
61-62	453	900	2090	800	1850	2310
62-63	406	942	2320	750	1900	2530
63-64	503	946	1890	870	1880	2160
64-65	594	1140	1920	950	2100	2210
65-66	620	1090	1820	900	1700	1890
66-67	570	969	1700	800	1450	1810
67-68	520	560	1604	709	823	1646
68-69	550	1350	2500	750	1850	2524
69-70	445	980	2336	650	1430	2344
70-71	600	1400	2544	1870	2100	2545
71-72	720	2050	3000	1028	2450	2541
72-73	790	2264	2800	1190	2660	2418
73-74	800	2020	3330	1300	4000	3118
74-75	620	2442	3367	1150	3480	3080
75-76	600	2000	4237	1195	4140	3554
76-77	500	1400	4000	1160	4300	3839
77-78	500	2716	2947	1150	3400	3091
78-79	450	1850	6035	1000	4700	4845
79-80	450	2030	4353	1000	4600	4694
80-81	450	2377	4511	1100	5400	4909
81-82	475	2000	5004	1060	6000	5660
82-83	400	1800	5000	990	5750	5808
83-84	400	2000	5000	1060	5300	5000
84-85	400	2100	5000	975	8500	6057
85-86	350	1815	6000	875	5300	6939
86-87	280	2700	6482	735	5100	8765
87-88	300	4410	9000	850	7450	
88-89	450	5360	9800			
89-90	380		14105			
90-91			13000			
91-92						
92-93	358					
93-94	407	4177	11250			
94-95	541					

3. ZONIFICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

3.1 GENERALIDADES

Para evaluar la calidad de las aguas utilizadas con fines de riego en la región y la aptitud de las tierras para la producción de frutilla se identificaron zonas de características similares en cuanto a fuente de abastecimiento de agua y predominancia del tipo de suelo.

Se procesaron e interpretaron un total de 151 muestras de agua, tanto superficiales como subterráneas, provenientes de análisis de laboratorios reconocidos. Se puede mencionar el Laboratorio de Aguas del M.A.G.I. y C. de la provincia de Santa Fe, de la Facultad de Edafología (Universidad Católica de Santa Fe) y de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Esperanza (U.N. del Litoral). Luego, se localizaron las muestras en cada una de las zonas antes mencionadas.

Las zonas son ocho en total, ubicadas a ambos lados de la ruta Nacional N° 11 y de las vías del ferrocarril General Belgrano. Ambas obras dividen a los productores que pueden tomar agua para riego directamente del río, de los que extraen agua subsuperficial; ubicados al este y oeste respectivamente.

Se utilizaron imágenes satelitales como base de análisis para la determinación de la superficie. La carta IGM escala 1 : 25.000 (CFI - Sta Fe, 1996) se usó para corroborar la estimación anterior. A la de superficie total se descontó el área correspondiente a construcciones, caminos, etc., lo que osciló entre un 5 y 20% según la zona.

Los criterios utilizados para sugerir límites entre zonas responden a considerar fundamentalmente áreas relativamente homogéneas en suelos y agua, además de límites físicos que pueden afectar el manejo de un futuro sistema de distribución de agua. En el plano que se anexa se delimitan las ocho zonas.

3.1.1. Suelos

El distrito Coronda se encuentra sobre tres de las unidades geomorfológicas principales de la provincia de Santa Fe:

- El borde este del LOMO ORIENTAL, que fuera llamado "domo oriental" por Gollán y Lachaga, 1937. Sus suelos dominantes son ARGIUDOLES y está ocupado por establecimientos agrícolas y ganaderos. Esta unidad geomorfológica cubre el sector oeste del distrito Coronda.
- El ALBARDÓN del río Paraná, que bordea su brazo secundario, el río Coronda, con barrancas de algunos metros de altura y que contiene - en este tramo - los sedimentos arenosos cuyos suelos (CUARZIPSAMMENTS) constituyen el área hortícola por excelencia. Esta unidad constituye la franja oriental de la zona objeto de este estudio. Cabe destacar que dicha unidad se prolonga hacia el norte y bordea luego otros brazos del Paraná, como el río San Javier, presentando en forma intermitente los suelos arenosos en cuestión.
- LA TERRAZA ANTERIOR DEL PARANA, que involucra los planos de sedimentación de dicho río. Esta unidad, que posee una suave pendiente descendente hacia el oeste,

está constituida por sedimentos finos; el contenido de arena declina gradualmente, hacia occidente, hasta casi desaparecer de los suelos superficiales, los cuales están constituidos casi exclusivamente por limos y arcillas. La cercanía de aguas subterráneas salinas y sódicas ha conferido propiedades particulares a estos suelos, predominantemente NATRACUALF. Su escasa permeabilidad, el relieve cóncavo y la alcalinidad y salinidad que predominan en ellos ha restringido su uso al de campos de pastoreo naturales, uso que los ha degradado considerablemente. En parajes situados más al norte (Sauce Viejo, Cayastá, San Javier) se cultiva en ellos arroz.

Los Cuarzipsamientes ocupan menos del 1 % del área del Distrito, pero son - como se dijo - los principales productores de frutilla. Son excesivamente permeables, de muy baja retención hídrica y su fertilidad química natural es muy pobre. El espesor del manto arenoso es variable y oscila desde varios metros en el Este a unos pocos centímetros en el Oeste, donde yace sobre materiales sódicos no aptos para la frutilla.

El avance del ejido urbano sobre estos suelos reduce constantemente el área hortícola.

Los Natracualfes integran un ambiente "de cañada", con limitaciones físicas y químicas para cualquiera de los cultivos aerobios de la región. Su manejo es pobre e inadecuado, con muy baja producción y en proceso de degradación. Según el mapa de suelos elaborado por INTA allí aparecen representadas las series CNE1, CNE4 y CoCMAL (Complejo Cañada de Malaquias). Sus rasgos se describen en el anexo.

Dentro del área se encuentra una zona de relieve ondulado conocida históricamente como "las lomadas de Coronda". Desde los puntos de vista agronómico y edafológico ese sector debe separarse del resto, cuyo relieve es más plano. Los suelos aquí configuran una zona de transición entre los Argiudoles y los Natracualfes. Se hallan sobre un suave declive que desciende hacia el este y van disminuyendo gradualmente su aptitud productiva para los cultivos efectuados en los Argiudoles de la zona alta.

El mapa de suelos del INTA señala en ese lugar una catena de suelos, generalmente de tres eslabones, en los cuales predominan las siguientes series o asociaciones de suelos, ordenados de oeste a este (sentido descendiente de la pendiente):

a) MAT1 y MAT6 (Matilde 1 y Matilde 6, respectivamente).

MAT1 es un complejo ligeramente erosionado, compuesto por suelos de las siguientes series y porcentajes: MAT 40 %; ARO (Arocena) 25 %; BAR (Barrancas) 20 % y SFA (San Fabián) 15 %.

MAT1 presenta a la serie Matilde como dominante; este es un Argiudol ácuico que, el hallarse en la parte superior y convexa de la pendiente, está expuesto a erosión hídrica. Además, tiene dificultades de drenaje interno debido al alto tenor de arcilla del horizonte Bt, lo que genera sobre él un horiz. E/B, precursor de un futuro E. ARO es un Argiudol típico y BAR y SFA agudizan el problema de drenaje, presentan horizontes A más delgados, ya formaron su horizonte E y empieza a aumentar el sodio en los horizontes profundos, aunque sin alcanzar valores restrictivos.

MAT6 es un complejo pobremente drenado, conformado por MAT 40%, BAR (Barrancas) 40 % y CNE (Colastiné) 20 %.

Se diferencia del grupo anterior por la aparición, en algunos sitios, de la serie CNE, un Natracualfe típico, con un horiz. A de 17 cm y elevados tenores sódicos en su complejo de intercambio. Comienza con 8 % de Na en el A, llega a 22 % al iniciarse el Bt y a los 2 m toca el 40 % del valor T.

b) MAT2, SFA y MAT6

MAT2 es un complejo ligeramente erosionado, compuesto por las series MAT (30 %), ARO (20 %), BAR (20 %), SFA (15 %) y CNE (15 %). Se nota un ligero crecimiento de la serie CNE (sódico) en desmedro de los Argiudoles. Los problemas de drenaje se mantienen o acentúan.

SFA y MAT6 ya fueron descriptos en el párrafo a).

c) SFA2

Es un complejo pobremente drenado, integrado por SFA 30 %, BAR pobremente drenado 20 %, MAT pobremente drenado 20 %, CNE 20 % y CNE salina y alcalina 10 %. Empeora el drenaje y aumenta la alcalinidad, apareciendo las sales en el perfil del suelo.

d) Colastiné 1, 4 y 5

Se trata de un complejo de suelos salinos, sódicos y anegables

Con respecto a los suelos de la catena entre los Argiudoles de las lomadas y los Natracualfes de la cañada, para mayor ilustración se anexa un apéndice con la descripción y análisis de los perfiles edáficos que componen la catena mencionada.

En el Cuadro 2 se ofrece la superficie de cada zona, indicando el suelo predominante y su capacidad de uso.

La superficie total del área es de 3.759 ha, de las cuales 2.120 ha son aptas para el riego de las cuales 507 ha se hallan en la zona VIII.

Las tierras más arenosas: Coronda y Coronda 1, con 1543 ha y 106 ha, representan el 44 % de la superficie. Por su parte Recreo 8 con 577 ha, ocupa el 15 % del área.

Las series de suelos más importantes y que ocupan la mayor superficie apta para frutilla con riego suplementario son : Serie Coronda y Serie Recreo.

e) Coronda (CDA)

Es el suelo más difundido y representativo del albardón costero, se denomina Hapludalf psaméntico franco, grueso. Tiene alta proporción de arenas las que le confieren características de baja fertilidad química y pobre retención hídrica en el horizonte superior, a continuación presenta dos horizontes B de textura ligeramente menos arenosa que, en parte, corrigen las deficiencias apuntadas.

Cuadro 2 : Inventario de las tierras del área según criterio de Zonificación

ZONA	Unidad cartográfica	Superficie (ha)	%	Capacida d de uso	Superficie Neta (ha)
I	Coronda (CDA)	203	100	III _s	183
		----- Total 203			
II	Coronda (CDA)	184	54	III _s	307
	Coronda1 (CDA1)	106	31	III _{ws}	
	Colastiné 3 (CNE3)	27	8	VI _{ws}	
	Complejo Cañada Malaquías (CoCaMal)	24	7	VII _{ws}	
		----- Total 341			
III	Coronda (CDA)	66	39	III _s	151
	Recreo 8 (REC8)	84	50	III _{ws}	
	Complejo Arroyo Colastiné (CoAoCNE)	7	4	VII _{ws}	
	Complejo Cañada Malaquías (CoCaMal)	12	7	VII _{ws}	
		----- Total 168			
IV	Coronda (CDA)	125	53	III _s	190
	Recreo 8 (REC8)	111	47	III _{ws}	
		----- Total 236			
V	Coronda (CDA)	494	100	III _s	394
		----- Total 494			
VI	Coronda (CDA)	207	100	III _s	166
		----- Total 207			
VII E	Coronda (CDA)	152	87	III _s	156
	Complejo Arroyo Colastiné (CoAoCNE)	7	4	VII _{ws}	
	San Fabián 2 (SFA2)	16	9	IV _{ws}	
		----- Total 175			
VII O	Coronda (CDA)	112	97	III _s	103
	San Fabián 2 (SFA2)	3	3	IV _{ws}	
		----- Total 115 Neta			
VIII	Colastiné 2 (CNE2)	637	35	VI _{ws}	
	Colastiné 3 (CNE3)	382	21	VI _{ws}	
	Recreo 8 (REC8)	382	21	III _{ws}	
	San Fabián 1 (SFA1)	200	11	IV _{ew}	
	Matilde 1 (MAT1)	127	7	III _{ew}	
	Misceláneos	92	5	-----	
		----- Total 1820			

f) Coronda 1 (CDA1)

Es un complejo con el 60% de Serie Coronda, 20% Serie Recreo y 20% Serie constituyentes. Es una zona de transición entre el albardón arenoso donde está la Serie Coronda, hacia las partes más bajas del la Cañada de Malaquías. Por esta causa aparecen otros suelos donde la proporción de arena depositada es menor depositada sobre material menos arenoso semejantes a los de las Serie Recreo y Constituyente.

g) Recreo 8 (REC8)

Complejo formado por 50% de la Serie Recreo, 30% Serie Constituyente y 20% Serie Ascochinga. Presenta problemas de drenaje derivado de la topografía muy plana, que dificulta el escurrimiento de los excesos de agua.

3.1.2. *Clima*

El clima de la región considerada ha sido clasificado como de transición entre los tipos mesofítico húmedo y mesofítico seco.

La precipitación media anual es de unos 940 mm, con un amplio coeficiente de fluctuación. Unos dos tercios de las lluvias se producen en el semestre primavera-verano. Sin embargo, es en ese lapso cuando se registra un déficit hídrico de los valores promedios debido a la alta demanda atmosférica. Como es lógico, ello incide negativamente en el rendimiento de la mayoría de los cultivos.

Cabe destacar que el leve déficit hídrico señalado no refleja la realidad del régimen hídrico edáfico en general, y menos aún la de los suelos hortícolas (que son arenosos y tienen muy baja retención de agua), por lo cual para conocer su verdadera dimensión en estas explotaciones es preciso estudiar la magnitud y evolución de otras variables especialmente algunas de carácter edáfico y microclimático, además de las correspondientes a los cultivos de los cuales se trate.

En el caso especial de la horticultura el riego se ha tornado indispensable para obtener rendimientos aceptables.

Sin embargo, la constitución particular de los suelos dedicados a esos cultivos exige un manejo específico del recurso hídrico. Este tema aún carece de solución integral a nivel regional, especialmente en lo referente a dosificación y calidad de las aguas. Aunque muchos establecimientos practican la irrigación, no siempre el recurso hídrico es convenientemente manejado.

Otra característica climática - más específicamente del clima edáfico es la cantidad de períodos de estrés hídrico por los que pasan las plantas cultivadas a lo largo de su ciclo vital. Se trata de lapsos en los cuales, aunque los cultivos sobreviven, ven afectado su crecimiento (y finalmente su rendimiento) porque el agua que aún resta en el suelo no está fácilmente disponible. Estos intervalos dependen, para cada suelo, de su estado físico, de las exigencias de cada cultivo y de la demanda atmosférica diaria y aunque se sabe que tales períodos son numerosos - sin contar las sequías prolongadas - para conocerlos y atenuarlos o eliminarlos es necesario efectuar estudios específicos que permitan determinar nuevas variables - en especial de orden físico - y aplicarlas en los modelos de simulación del crecimiento de los cultivos en cuestión.

3.1.3. Aguas

Aguas superficiales

Al respecto, son escasos los trabajos que abordan el estudio integral del sistema hidrográfico del río Coronda. El Río Coronda nace en el lecho de inundación del río Paraná, de la confluencia de los ríos Salado y Santa Fe, al sur del lugar denominado las Cuatro Bocas. Su recorrido es de Norte a Sur y el thalweg es sinuoso, acercándose y alejándose de la costa. Ésta es elevada, erosionada en algunas partes por las crecidas del río. En los lugares en donde el río se aleja, se vincula con la franja costera por medio de bañados y lagunas. Estos bañados fluctúan en calidad y cantidad de agua en función del régimen del río (crecida o estiaje). Una muestra de agua obtenida durante el estiaje en Agosto de 1991, en un bañado ubicado a la altura de Desvío Arijón presentó una CE de 1,2 dS/m.

En las inmediaciones del arroyo Segundo Coronda, el río tiene una serie de bifurcaciones del cauce principal. Se aleja de la costa y, debido a que las características del valle de inundación son mucho más planas, da lugar a una zona de bañados y espejos de agua que se vinculan a la laguna Coronda, ubicada al Sur de la ciudad. Aguas abajo de la laguna, el Río Coronda nuevamente se encauza y finalmente desemboca en el río Carcarañá.

El Coronda se vincula al río Paraná por medio de numerosos arroyos y canales que atraviesan el valle de inundación, lo que permite la existencia de una zona de islas. Los arroyos, así como sus caudales, dependen totalmente del régimen hidrológico del Paraná. En crecidas de cierta magnitud, las islas son inundadas por el nivel de las aguas, llegando a desaparecer completamente en crecidas extraordinarias.

Sobre la margen derecha del Coronda, desembocan en todo el recorrido una serie de arroyos de mayor o menor importancia. En la región de estudio pueden mencionarse El Bragado, Mataderos, Primer, Segundo y Tercer Coronda y el más importante que es el Arroyo Colastiné. Ninguno de ellos es explotado con fines de riego, por su escaso caudal. En oportunidad de producirse eventos climáticos de magnitud, como lluvias excepcionales, todos ellos, y especialmente el Colastiné, sirven de drenaje superficial de cuencas interiores. La calidad de las aguas de estos arroyos es regular a mala, dado que se originan en bajos y cañadas con alta concentración de sales.

Cabe destacar que la ciudad del mismo nombre se abastece de este río con fines de agua potable y que los productores ribereños ubican sus equipos de bombeo, extrayendo agua para riego de los cultivos.

Un caso especial se presenta en una franja costera ubicada hacia el Sur del arroyo Segundo Coronda, de aproximadamente 140 ha, donde el curso principal se aleja de la costa y comienzan a manifestarse bañados y lagunas. Para ciertas alturas del río, las mismas se desvinculan del sistema principal y dan comienzo a un proceso de concentración de sales por evaporación y extracción de agua (Convenio Bilateral CFI-Provincia Santa Fe, 1996).

Esta situación se presentó a principios de año y luego se reiteró en octubre. El agua se retiró de la costa aproximadamente 3.000 m, afectando a muchos productores ubicados sobre la margen del río.

Algunos de ellos ubicaron los equipos de bombeo cercanos a la margen, pero quienes no tienen suficientes caños de transporte se ven imposibilitados de hacerlo.

Son mucho más abundantes los datos referidos a la composición química de las aguas del Río Coronda. Según datos disponibles, la salinidad total del río, frente a la cárcel modelo, oscila entre 0,25 dS/m (DGH, Santa Fe, 1969) a 0,6 dS/m (Gollán y Lachaga, 1939). Para el presente año, donde se observaron situaciones de estiaje pronunciado, la CE se mantuvo en alrededor de 0,3 dS/m.

Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas de la región tienen su origen en las aguas de percolación, de modo similar al resto de la provincia de Santa Fe.

Las características geológicas y geomorfológicas del área de estudio, de acuerdo a tres trabajos consultados al efecto, guardan relación en cuanto al origen del subsuelo inmediato. El Río Paraná divagó por toda la zona en tiempos del Pleistoceno (Iriondo et al., 1983), depositando arenas cuarzosa medias y finas junto con lentes de elementos finos grises y verdes intercalados. El proceso es similar a lo que ocurre actualmente en épocas de crecida y estiaje del río. Para el primer caso, se distribuyen los sedimentos de mayor granulometría, y en estiaje los de tamaño menor (Bojanich y Marcovich, 1992), produciéndose de este modo las intercalaciones de limos y arcillas en paquetes sedimentarios de mayor granulometría. Estos depósitos constituyen el acuífero denominado "Puelche" o "Formación Ituzaingó", ubicado a algunos metros de profundidad y constituye el principal acuífero de explotación.

Posteriormente, el ambiente pampeano cubrió la zona, caracterizado por limos castaños. Se presenta una sucesión de estratos palustres y eólicos, cubiertos por una capa pulverulenta de 2 a 4 metros de espesor. Este, según Iriondo, es el material madre de todos los suelos de la región.

En tiempos más recientes, divagaciones hacia el oeste del Río Coronda, provocaron el depósito de arenas medias. Este ambiente dio paso a otro más seco, donde la acción eólica produjo una redistribución en forma de dunas. El actual período húmedo ha iniciado un rebajamiento de las arenas por acción hídrica y la actividad agrícola intensa del hombre modeló el actual paisaje.

Gollán y Lachaga (1939) afirman el origen fluvial de las unidades geológicas de la región.

Las perforaciones realizadas en la zona alcanzan el acuífero Puelche, como ya se indicó. De acuerdo con la información disponible, la profundidad de explotación varía entre los 6 y 50 m. Dependiendo del nivel de la superficie freática, las perforaciones superficiales oscilan entre los 0,7 y 4 dS/m. Superando los 20 m, el contenido de sales disueltas aumenta considerablemente y se hace altamente salina después de los 30 m. No existe un manto confinante entre ambos tipos de aguas, por lo que se produce una zona de mezcla de espesor variable.

3.2 CRITERIOS DE ZONIFICACIÓN

3.2.1 *Calidad de agua para riego de frutilla*

Para calificar a las aguas de riego se tuvo especialmente en cuenta las características del cultivo y de los suelos predominantes. La salinidad -para la frutilla- es un criterio fundamental ya que es extremadamente sensible; a partir de una conductividad eléctrica (CE) del extracto de saturación de 1 dS/m ya comienza a verse afectada, a 4 dS/m la producción es prácticamente nula (Mass y Hoffman 1977).

La consecuencia inmediata del incremento en la salinidad de la solución del suelo es un aumento del potencial osmótico. En términos prácticos, el resultado es una disminución progresiva del contenido hídrico fácilmente disponible por el cultivo.

Con riego suplementario el contenido hídrico en la zona enraizada suele estar entre capacidad de campo y un valor próximo al 75% de capacidad de campo; esto hace que la conductividad eléctrica en esas condiciones sea mayor que la medida a saturación: las sales están más concentradas.

Dada la importancia que las sales tienen para la frutilla se tratará con detenimiento la variación de la CE en el suelo.

Relación entre Conductividad Eléctrica (CE) en el agua de riego y CE en el extracto de saturación

Debe considerarse que la CE del extracto de saturación (CEs) no es igual a la CE del agua de riego (CEar). Si el agua de riego contiene sales y el lavado es deficiente, poco a poco se concentrarán y la CEs será mayor que la CEar.

La siguiente ecuación permite calcular la conductividad eléctrica del extracto de saturación a partir de la conductividad eléctrica del agua de riego y la fracción de lavado (LF). LF representa la proporción del agua de riego y de precipitaciones que percola por debajo de la zona enraizable produciendo lavado de las sales del suelo.

$$CEs = 0,2 \times CEar \times \frac{1}{LF}$$

Una fracción de lavado (LF) de 0,1 se considera baja y una de 0,5 es alta; para los cálculos siguientes supondremos un valor de 0,2. **Así resulta que la conductividad eléctrica del extracto de saturación será 1,2 veces mayor que la conductividad eléctrica del agua de riego.**

Relación entre Conductividad Eléctrica en el extracto de saturación y CE en el suelo a capacidad de campo

Considerando que el suelo, como consecuencia del riego, se encuentra a capacidad de campo. En ese estado la cantidad de agua retenida es C.c. (Capacidad de campo) y la solución del suelo tiene una concentración salina que se mide por su conductividad eléctrica CEcc. Por acción de la evapotranspiración, el contenido de agua comienza a disminuir, mientras que la cantidad de sales disueltas permanece constante. Por lo tanto a medida que disminuye el contenido hídrico en el suelo, aumenta la concentración de sales. Comparando dos estados hídricos diferentes, la

relación entre las concentraciones salinas es igual a la inversa de los contenidos hídricos. Esa misma relación se cumple con la CE, así :

$$CE_{sat} / CE_{cc} = C_c / sat$$

Para estimar cómo se incrementa la CE a medida que se aleja de saturación suele utilizarse entonces la relación : contenido hídrico a saturación / contenido hídrico actualmente presente en el terreno, por ejemplo capacidad de campo.

Considerando que la textura de los horizontes superficiales de los dos suelos más representativos del Área del Proyecto : Serie Coronda y Recreo, es arenoso franco y franco limoso y que varía mucho entre ellos el contenido hídrico a saturación y capacidad de campo, en el Cuadro 3 se muestra el factor de incremento en la CE del extracto de saturación cuando cada suelo se halla a capacidad de campo y a 75% de capacidad de campo.

Cuadro 3 : Factor de corrección para la conductividad eléctrica del extracto de saturación para suelos de la Serie Coronda y Serie Recreo con contenidos hídricos alejados de la saturación.

	Serie Coronda	Serie Recreo
Cont. hídrico a saturación (g/100g)	22,1	34,5
Cont. hídrico a capacidad de campo (g/100g)	7,1	23,8
Cont. hídrico a 75% capacidad de campo (g/100g)	5,3	17,9
Factor de Corrección a capacidad de campo	3,1	1,4
Factor de Corrección a 75 % de capacidad de campo	4,2	1,9

En los suelos predominantes de la región, con alto contenido de arena, el factor de corrección es de 3,1 cuando el suelo está a capacidad de campo y si el riego no se conduce correctamente puede aumentar a más de 4 en sólo dos días con demandas de evapotranspiración de 5 mm/día.

En cambio en tierras con menos contenido de arena (franco limosas) el factor de corrección oscila entre 1,4 y 1,9. Además, el efecto de una práctica de riego no muy precisa no es tan peligrosa en este sentido ya que se demora de 5 a 6 días para pasar de capacidad de campo a 75% de capacidad de campo con demandas de evapotranspiración de 5 mm/día.

De este modo, la CE de la solución del suelo se concentra, con respecto a la CE del extracto de saturación, 3 a 4 veces en una condición edáfica y hasta 2 en la otra.

Normas para Interpretación de la conductividad eléctrica del agua de riego

A continuación se consideran las siguientes situaciones:

- Cultivo de frutilla
- Suelos de texturas contrastantes
- Demanda de evapotranspiración de 5 mm/día
- Conducción del riego con:
 - a) manteniendo la profundidad enraizable a capacidad de campo
 - b) dejando agotar el suelo hasta 75% de capacidad de campo.

Para calificar el agua de riego para frutilla según su salinidad y conociendo que a partir de 1 dS/m de CE comienza a afectarse el rendimiento de ese cultivo, se deduce cuál es el valor crítico de CE en el agua de riego según las características del suelo a regar.

Atendiendo a los cálculos efectuados en los dos ítemes anteriores se encuentra que la conductividad eléctrica en la solución del suelo a **capacidad de campo** está concentrada **3,7** (1,2 x 3,1) veces con respecto al agua de riego en las **texturas arenosas** y **1,7** (1,2 x 1,4) en las **texturas franco limosas**.

Si, por inadecuada operación del riego, el contenido hídrico en el espesor enraizado se halla a 75% de capacidad de campo, la solución del suelo estará concentrada con respecto al agua de riego 5 y 2,3 veces según la textura.

En el cuadro 4 se proponen valores críticos para interpretar la calidad del agua de riego según su salinidad :

Cuadro 4: Calidad del agua de riego para frutilla según su salinidad.

Salinidad agua de riego	Reducción en producc. (%)	Textura arenosa		Textura franco limosa	
		CEar, suelo a capac. cpo. (dS/m)	CEar, suelo a 75% capac. cpo. (dS/m)	CEar, suelo a capac. cpo. (dS/m)	CEar, suelo a 75% capac. cpo. (dS/m)
No salina	0	< 0,3	< 0,2	< 0,6	< 0,4
Baja salinidad	10	0,3 - 0,4	0,2 - 0,3	0,6 - 0,8	0,4 - 0,6
Media	25	0,4 - 0,5	0,3 - 0,35	0,8 - 1,0	0,6 - 0,8
Moderada	40	0,5 - 0,6	0,35 - 0,4	1,0 - 1,3	0,8 - 1,0
Alta	60	> 0,8	> 0,6	> 1,6	> 1,2

CEar : Conductividad eléctrica agua de riego

Si el riego se conduce eficazmente, manteniendo el suelo a capacidad de campo y si las precipitaciones aportan importantes láminas, lográndose una disolución de las sales y una fracción de lavado de 0,3, los límites críticos indicados en el Cuadro 4 pueden incrementarse multiplicando por un factor de 1,4. Este valor puede ser mayor en la medida que aumente la proporción de agua de precipitaciones. Por lo tanto el Cuadro 4 debería corregirse según la relación lámina de agua de riego : lámina de agua de precipitaciones. Hasta el presente no estamos en condiciones de efectuar tal ajuste, pero debe considerarse que la corrección puede llegar hasta 2 en años con precipitaciones medias para la zona y texturas arenosas donde es más frecuente que ocurran elevadas láminas de lavado.

3.2.2 **Clasificación de las tierras para la producción de frutilla con riego suplementario**

En la bibliografía nacional e internacional no se ha hallado una tipificación de las tierras para la producción de frutilla considerando riego suplementario. En el Cuadro 5 que se presenta a continuación se propone una serie de criterios e indicadores para calificar a las tierras según su aptitud para ese cultivo.

Los requerimientos edáficos de la frutilla fueron determinados a partir de las funciones que debe cumplir idealmente un suelo para lograr una alta y sostenida productividad tal como lo indica Orellana y Pilatti (1996).

Se diferencian cuatro funciones básicas que debería cumplir el suelo para favorecer altos niveles de producción.

El suelo debe actuar como INTERMEDIARIO entre la oferta meteorológica y la demanda de los cultivos, especialmente en lo concerniente al aporte de agua, oxígeno y radiación (temperatura). Es deseable que el suelo no entorpezca un suministro normal y que se amortigüe, cuando ocurren, excesos y deficiencias hídricas.

Dicha función es evaluable a través de : 1) Profundidad enraizable; 2) Densidad del suelo; 3) Resistencia mecánica a la penetración radical; 4) Calidad del perfil cultural y exploración radical; 5) Intervalo hídrico óptimo.; 6) Actividad biológica global y de biodegradación; 7) Macroporosidad, especialmente bioporos; 8) Porosidad estructural y textural; 9) Meso y macrofauna; 10) Sello superficial (tendencia a formarlos); 11) Tasa de infiltración; 12) Cobertura vegetal (viva y muerta); 13) Capacidad para almacenar agua; 14) Lámina de agua fácilmente utilizable.

Además debe ser PROVEEDOR de elementos provenientes de la constitución orgánica-mineral del suelo (nutrimentos) en cantidad y oportunidad acorde con las exigencias del cultivo durante las diversas etapas de su ciclo vital.

Esta función se refiere principalmente a: 15) Nitrógeno activo o potencialmente mineralizable; 16) Disponibilidad de nutrimentos (P, K, Ca, etc); 17) Tasa de mineralización del nitrógeno.

Por otra parte debe constituirse en un adecuado HÁBITAT para las raíces y demás organismos benéficos de la biota edáfica, ofreciendo condiciones compatibles con los límites de tolerancia ambiental de cada cultivo.

La función señalada está condicionada por las siguientes variables: 18) Costra superficial y emergencia de plántulas; 19) pH; 20) Complejo de intercambio catiónico; 21) Carbono orgánico; 22) Aluminio y manganeso solubles; 23) Salinidad; 24) Tasa de fijación simbiótica y asimbiótica.

Finalmente debe ser ESTABLE con respecto al mantenimiento temporal de las propiedades necesarias para cumplir con las anteriores funciones. El carácter de estable se refiere a la integridad y permanencia del suelo, sin pérdida de material por

erosión. Contribuyen a caracterizarlo: 25) Estabilidad de agregados; 26) Escurrimiento superficial; 27) Pendiente.

Para el caso de la frutilla con riego suplementario se seleccionaron sólo aquellos rasgos observables directamente o de medición fácil y rápida:

- La profundidad enraizable puede estimarse con el procedimiento de Pilatti y Grenón (1994) a partir de la información publicada en las Cartas de suelos.
- La consistencia se determina directamente en el campo por apreciación táctil; además también está en las Cartas de suelos.
- El pH puede obtenerse directamente en campaña con técnicas colorimétricas o potenciométricas; también puede medirse más precisamente en el laboratorio.
- Los moteados y la concreciones de hierro y/o manganeso se detectan y evalúan por observación directa del perfil del suelo.
- El drenaje se aprecia "in situ" sopesando el escurrimiento superficial y la capacidad de infiltración .
- La conductividad hidráulica en flujo saturado es una determinación normalmente de laboratorio pero puede estimarse su orden de magnitud a partir de la textura del horizonte, característica esta evaluable directamente en el campo.
- La conductividad eléctrica del extracto de saturación puede evaluarse aproximadamente en el campo con instrumental adecuado, aunque normalmente se hace en laboratorio sobre una muestra representativa del horizonte en estudio. Si bien es la más dificultosa de las mediciones hasta ahora presentadas, es relevante medirla especialmente para frutilla dada la sensibilidad de este cultivo a las sales.
- El porcentaje de sodio intercambiable sólo debe determinarse cuando el pH tiende a la alcalinidad, es un indicador de problemas de toxicidad por ese elemento.
- La capacidad de campo o de retención hídrica se determina directamente en el terreno y es una medida de la capacidad de almacenamiento de agua del suelo.

Además se han adicionado tres determinaciones vinculadas con la fertilidad química, específicamente con los nutrimentos mayores: nitrógeno, fósforo y potasio. Son evaluaciones de rutina en los laboratorios de análisis de suelos, que aquí son usadas para distinguir subclases. Para determinar los límites críticos se supuso un rendimiento de 40.000 kg/ha/año de fruta fresca.

Como puede observarse en el Cuadro 5 se distinguen cuatro clases de tierras según su aptitud para frutilla con riego suplementario: I, II, III y IV. Según esta clave es preferible implantar frutilla en la clase I. En ella se especifica que en los primeros 50 cm no hay limitaciones de importancia para el sistema radical, el suelo es suelto, sin problemas de sales ni toxicidades, tiene buena capacidad de almacenamiento de agua y no presenta riesgo de excesos hídricos. La clase II admite una profundidad enraizable inferior a los 50 cm pero mayor que 30cm, espesor todavía óptimo para la frutilla. La clase III presenta uno o más inconvenientes suficientemente importantes como para requerir una detallada evaluación económica acerca de la conveniencia de realizar el cultivo en estas tierras. En la clase IV las limitaciones de espesor de suelo, aeración, resistencias mecánicas, retención hídrica, toxicidad y/o salinidad son tales que no permiten un cultivo rentable de frutilla con riego suplementario.

Cuadro 5 : Clave para determinar la aptitud de las tierras para frutilla con riego suplementario.
(Las determinaciones se refieren a los primeros 30 cm de profundidad)

Clase	Profund. enraizable (cm)	Consistencia	pH	Moteados y concreciones	Drenaje	Conductiv hidráulica horizonte superficial (cm/h)	Conductiv eléctrica extracto de saturación (dS/m)	Porcentaje de sodio intercamb. (%)	Capacidad de retención hídrica (mm/30cm)
I- Muy apto	> 50	Suelto a ligeram. duro y friable	5,5 a 7,0	No	Bien drenado	> 1,5 < 60	< 0,8	< 5	> 50
II- Apto	30 a 50	Duro y friable	5,0 a 5,5 < 8	Escasos	Moderadam. bien drenado	0,6 a 1,5 < 12	0,8 a 1,2	5 a 10	30 a 50
III- Apto con restricciones	15 a 30	Duro y firme	4,5 a 8 8 a 8,5	Comunes	Pobremente drenado	0,3 a 0,6 > 12	1,2 a 2,5	10 a 20	15 a 30
IV- No apto	< 15	Duro a más firme a más Muy plástico	< 4,5 > 8,5	Abundantes	Mal drenado	< 0,3	> 2,5	> 20	< 15

Subclases según fertilidad química , primeros 30 cm de suelo.

Clase	Fósforo disponible ppm	Potasio intercamb. ppm	N orgánico activo ppm
A	> 25	> 200	> 300
B	20 - 25	150 - 200	200 - 300
C	12 - 20	100 - 150	120 - 200
D	< 12	< 100	< 120

4. CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS

En las figuras 2 a 5 se presenta la frecuencia acumulada de: a) la conductividad eléctrica del agua subterránea y b) la relación de adsorción de sodio para cada una de las zonas, así como para toda el área estudiada.

Según la figura 2 en toda el área sólo el 10 % de las aguas no tienen problemas de salinidad ($CEa < 0,4$ dS/m), otro 10 % tiene salinidad moderada y más del 60 % tiene salinidad alta, según los criterios expuestos en el Cuadro 4 para el suelo más cultivado con frutilla : Serie Coronda.

En la figura 3 puede observarse que el 30 % de las muestras tienen un RAS menor a 6, indicando bajo peligro de sodificación. Un 20 % tienen moderado peligro de sodificación (RAS entre 6 y 12) y el 50% de las aguas subterráneas presentan alto riesgo de sodificación.

Las figuras 4 y 5 muestran las frecuencias acumuladas de CE y RAS para cada una de las zonas delimitadas en el plano anexo. Debe tenerse presente que la densidad de muestras de agua entre zonas es distinta, en algunos casos sólo se dispuso de unas pocas determinaciones. No se graficaron aquellas zonas con menos de 10 muestras.

A continuación se describen las aguas subterráneas y tierras de cada zona comprendida dentro del área de interés.

ZONA I

Recursos hídricos

Es la zona Noreste de la región de estudio y pertenece al distrito Desvío Arijón. Limita al Este con el Río Coronda, al Oeste con la ruta N° 11 y al Sur con la desembocadura del Arroyo El Bragado. Es una franja angosta con ancho promedio de 400 m. La superficie total es de 203 ha y la neta es de 183 ha.

En esta zona las muestras de agua subterránea existentes indican en todos los casos alta salinidad, llegando a 3 dS/m a profundidades de 6-9 m. En la figura 4 se observa que sólo el 10% de las muestras tienen baja salinidad y el 70 % presenta más de 1 dS/m (alta salinidad). A su vez el 25% tiene un RAS inferior a 6, es decir bajo peligro de sodicidad pero el resto es muy sódica (figura 5). El 80% de las muestras tienen una relación Ca/Mg superior a la unidad, lo que indica que no habrá problemas nutricionales ni por exceso de Mg ni por deficiencia de calcio.

Dada la proximidad con el río y sus bañados, pudo utilizarse desde antaño aguas superficiales. Las tomas de bombeo están ubicadas sobre la costa, donde un tramo está ocupada por un bañado recostado sobre un meandro del río. En estiaje disminuye el nivel pero sigue vinculado al cauce principal por pequeños canales, garantizando el abastecimiento de agua.

La técnica habitual en ese estado del río, es desplazar las motobombas acompañando la retirada de las aguas. Si bien no existen problemas de abastecimiento, la calidad de las aguas superficiales disminuye notablemente, concentrándose las sales totales con valores superiores a 1 dS/m.

Próximo al límite Sur de esta zona, el río también presenta un meandro con alejamiento de la costa. Datos de análisis obtenidos en el año '76 indican valores de CE de las aguas de la laguna recostada sobre el meandro superiores a 1,2 dS/m. Los mismos productores, con elementos rudimentarios, rectificaron el cauce. Con las sucesivas crecidas, a causa de la mayor pendiente y menor recorrido del tramo rectificado, se fue profundizando el canal original de tal modo que actualmente es más caudaloso que el meandro. Este incluso presenta algunos embancamientos de arena. Este tipo de solución debe ser cuidadosamente estudiada por los efectos de erosión de costas que puede provocar.

Cuadro 6a: Caracterización de las de Aguas correspondientes a la Zona 1

Nº muestras 18	CEa (dS/m)	RAS	CSR meq/l	Ca/Mg	P osmótico (bares)
Promedio	2,7	18,6	4,4	1,9	-2,9
Máximo	5,7	32,2	12,5	5,2	-0,3
Mínimo	0,2	2,5	-11,1	0,8	-6,1
Desvío estándar	1,4	11,9	6,8	1,3	1,5

CEa : Conductividad eléctrica agua subterránea.

RAS : Relación de adsorción de sodio

CSR : Carbonato de sodio residual

Inventario de tierras

En esta zona se encuentra exclusivamente la Consociación Coronda, tierras sobre las que se cultiva tradicionalmente frutilla aunque su aptitud de uso es Ganadero - Agrícola con un índice de productividad que representa sólo la mitad del índice productivo de los mejores suelos de la provincia.

Estos suelos forman el albardón arenoso sobre un paisaje ondulado, de relieve normal. Son suelos derivados de diferente material originario y desarrollados a partir de materiales arrastrados y depositados por el agua. Por su origen estas tierras presentan una gran variabilidad, sus características tanto físicas como químicas difieren mucho de los suelos que predominan en el resto de la provincia de Santa Fe. En general son poco conocidas y dado el uso intensivo que se efectúa es importante contar con estudios y cartografía más detallada que la existente.

El material de origen arenoso hace que estos suelos tengan poca fertilidad actual y potencial, bajo contenido de materia orgánica e inestabilidad estructural. Estas condiciones traen como consecuencia una baja capacidad de retención hídrica y excesivo lavado. La profundidad enraizable es de 83 cm, según el procedimiento descrito por Pilatti y Grenón (1994); en la siguiente página se presenta la información de base para tal estimación.

La aptitud para el riego es III_s debido a la textura arenosa lo que le da una baja capacidad de retención hídrica y alta conductividad hidráulica; pero atendiendo a que los estratos más profundos contienen más material fina y -especialmente- al uso de riego localizado, la clasificación debería ser II_s.

La aptitud para frutilla es IIC, es decir "apto" con baja fertilidad química. Nuevamente no es "muy apto" debido a la baja capacidad de retención hídrica y muy alta infiltración. La información disponible de nitrógeno, fósforo y potasio indican que en aquellos lotes donde se realiza horticultura desde hace al menos 5 años, sin adecuada restitución de nutrientes, los tenores son bajos especialmente de los dos primeros. Sin embargo hay muchos productores que utilizan ácido fosfórico y los valores de ese mineral son muy altos.

Cuadro 6b: Inventario de las tierras de la zona 1

ZONA	Unidad cartográfica	Superficie (ha)	%	Capacidad de uso	Aptitud de uso
I	Coronda (CDA)	203	100	III _s	Ganadero - Agrícola

		Total 203	Neta 183		

ZONA	Unidad cartográfica	Índice de product.	Aptitud para riego	Aptitud agrológica frutilla
I	Coronda (CDA)	41	III _s	IIC

ZONA II

Recursos hídricos

Se encuentra paralela a la anterior, hacia el Oeste. Limita con la autopista y con la ruta 11, por el Oeste y Este respectivamente, y hacia el Sur con el Arroyo El Bragado. Es una superficie total de 341 ha, con 307 ha netas.

Las aguas subterráneas son de alta salinidad. Los valores de CE superan 1,2 dS/m a 6-7 m de profundidad. También en perforaciones superficiales dichos valores superan los 5 dS/m hacia el Oeste de la ruta 11, en la zona 8, influenciada por las cañadas ubicadas al Oeste de la Autopista.

Las muestras profundas indican salinización creciente del acuífero, aspecto generalizado en toda la región de estudio.

Cuadro 7a: Caracterización de las Aguas correspondientes a la Zona 2

Nº muestras 14	CEa (dS/m)	RAS	CSR	Ca/Mg	P osmótico (bares)
Promedio	2,9	13,7	4,2	1,7	-3,1
Máximo	8,4	35,6	17	3,7	-0,8
Mínimo	0,7	2,5	-12	0,8	-9,1
Desvío estándar	2,5	11,7	6,6	0,9	2,7

CEa : Conductividad eléctrica agua subterránea.

RAS : Relación de adsorción de sodio

CSR : Carbonato de sodio residual

Según puede observarse en la figura 4 en esta zona sólo el 25% de las muestras de agua subterránea tienen menos de 1 dS/m, más del 30% tienen valores superiores a 4 dS/m. A su vez el 30% tiene un RAS inferior a 6, es decir bajo peligro de sodicidad pero el resto es muy sódica (figura 5). Más del 85% de las muestras tienen una relación Ca/Mg superior a la unidad, lo que indica que no habrá problemas nutricionales ni por exceso de Mg ni por deficiencia de calcio.

Con respecto a las aguas superficiales, el Arroyo El Bragado sirve de límite Sur de esta zona, y está directamente vinculado al nivel de las aguas del Río Coronda. A través de su cauce se inundan campos aledaños en crecidas extraordinarias (1983-1992) .La calidad es variable en función de lo anterior, concentrándose las sales en periodos de estiaje. Datos obtenidos de muestras de agua de este arroyo, presentan valores de CE entre 0,73 y 0,88 dS/m en estiaje.

En esta zona, la superficie cultivada fue disminuyendo gradualmente, hoy son pocas las hectáreas destinadas a frutilla. Para ello confluyeron diversas causas. Según opinión de productores, la disminución responde a problemas económicos. Los altos costos de producción no están compensados con los rendimientos y el valor de la fruta.

Esto se agrava por la sucesión de inviernos extremadamente secos, donde es necesario regar con mayor frecuencia. El cultivo en estas condiciones manifiesta claros síntomas de estrés salino (necrosis en borde de hoja) y se traduce en plantas de menor tamaño y finalmente menor producción de fruta.

La opción seguida por quienes siguen cultivando es conducir agua desde el Río Coronda (o los bañados) atravesando el terraplén de la vía y de la ruta con tubería plástica. También subsisten algunos productores que no están en condiciones de hacer esa inversión y riegan con perforaciones, con los problemas antes mencionados.

Inventario de tierras

Al igual que en la zona anterior aquí predomina la Serie Coronda, el 85 % de los suelos corresponden a las unidades cartográficas Consociación Coronda y Complejo Coronda1; remitirse a los comentarios realizados en la zona I.

También se encuentra el Complejo Colastiné, representado por la serie Arroyo Colastiné. Presenta una capacidad de uso no agrícola con problemas de encharcamiento, anaerobiosis frecuente, salinidad y alcalinidad sódica. No es apta para frutilla debido a la baja conductividad hidráulica de los horizontes subsuperficiales, a que tiene sales con conductividades eléctricas del orden de 3 dS/m y porcentaje de sodio intercambiable superiores a 20%. Además la consistencia por debajo de los primeros 20 cm es inadecuada y se pueden observar abundantes moteados: clara evidencia de las dificultades para la aireación de las raíces.

Cuadro 7b: Inventario de las tierras de la zona 2

ZONA	Unidad cartográfica	Superficie		Capacidad de uso	Aptitud de uso
		(ha)	%		
II	Coronda (CDA)	184	54	III _s	Ganadero - Agrícola
	Coronda1 (CDA1)	106	31	III _{ws}	Ganadero - Agrícola
	Colastiné 3 (CNE3)	27	8	VI _{ws}	Ganadería extensiva
	Complejo Cañada Malaquías (CoCaMal)	24	7	VII _{ws}	Ganadería extensiva

		Total 341	Neta 307		

ZONA	Unidad cartográfica	Índice de product.	Aptitud para riego	Aptitud agrológica frutilla
II	Coronda (CDA)	41	III _s	IIC
	Coronda1 (CDA1)	46		
	Colastiné 3 (CNE3)	15	V	IV
	Complejo Cañada Malaquías (CoCaMal)	8	--	

ZONA III

Recursos hídricos

Se ubica a continuación de la Zona 1, hacia el Sur. Limita por el Oeste con la ruta 11 y por el Este con el río. El límite meridional es el Arroyo Matadero. La superficie total es de 168 ha, de las que se contabilizan 151 ha netas.

Se abastece con agua del río, el cual se mantiene paralelo a la costa en todo el recorrido.

En esta zona se efectuó una batimetría y corrida de flotadores para verificar el caudal del Río Coronda en esta época del año (ver ítem "disponibilidad de agua para los cultivos")

El 60% de las muestras de agua subterránea tienen menos de 1 dS/m y un RAS inferior a 6, es decir bajo peligro de sodicidad. Sin embargo la totalidad de las muestras tienen una relación Ca/Mg que no supera a la unidad, lo que indica posibles problemas nutricionales por exceso de Mg y/o deficiencia de calcio.

Cuadro 8a: Caracterización de las de Aguas correspondientes a la Zona 3

Nº muestras 5	CEa (dS/m)	RAS	CSR	Ca/Mg	P osmótico (bares)
Promedio	1,4	15,4	3,7	0,8	-1,6
Máximo	3,1	32,8	10,9	1,0	-0,4
Mínimo	0,4	3,6	-0,6	0,5	-3,3
Desvío estándar	1,4	14,2	5,8	0,2	1,5

CEa : Conductividad eléctrica agua subterránea.

RAS : Relación de adsorción de sodio

CSR : Carbonato de sodio residual

Inventario de tierras

Como puede observarse en el Cuadro 8b las tierras que predominan corresponden a la unidad cartográfica Recreo8 con el 50% de la superficie de la zona y con 39% de la Consociación Coronda ya comentada en la zona I. El resto del área está ocupada con tierras poco y sin aptitud para riego y frutilla.

La Serie Recreo, representa el suelo dominante del complejo Recreo8. Es un Argiudol ácuico, son suelos imperfectamente drenados, desarrollados en paisajes muy planos y extendidos sobre un relieve subnormal con pendientes de escaso gradiente. Su capacidad de uso está limitada principalmente por problemas de excesos hídricos, tiene un índice de productividad superior que el de la Serie Coronda.

Ese suelo es apto para el riego aunque tiene limitaciones por lenta permeabilidad del horizonte subsuperficial ubicado a 46 cm con abundantes moteados que indican que periódicamente existen dificultades para la oxigenación de los organismos vivos -especialmente las raíces-. La profundidad enraizable es de 46 cm, según el procedimiento descrito por Pilatti y Grenón (1994); en la siguiente página se presenta la información de base para tal estimación

También presenta limitaciones topográficas, en particular aquellas referidas a la presencia de microrrelieves que generan alta variabilidad en los suelos presentes en un mismo lote con agravamiento de los excesos hídricos antes mencionados. Es apto para frutilla sólo con restricciones debido a las restricciones indicadas, a que la profundidad enraizable no supera los 50 cm y ofrece altas resistencias mecánicas para la exploración radical. Su fertilidad química es muy variable dependiendo de la intensidad de uso, en condiciones naturales corresponde a la subclase A, pero si se ha practicado agricultura durante 5 o más años desciende a la subclase C o D, especialmente por la disminución en el contenido de nitrógeno y -en segundo término- fósforo.

Cuadro 8b: Inventario de las tierras de la zona 3

ZONA	Unidad cartográfica	Superficie		Capacidad de uso	Aptitud de uso
		(ha)	%		
III	Coronda (CDA)	66	39	III _s	Ganadero - Agrícola
	Recreo 8 (REC8)	84	50	III _{ws}	Ganadero - Agrícola
	Complejo Arroyo Colastiné (CoAoCNE)	7	4	VII _{ws}	Ganadería extensiva
	Complejo Cañada Malaquías (CoCaMal)	12	7	VII _{ws}	Ganadería extensiva

		Total 168	Neta 151		

ZONA	Unidad cartográfica	Índice de product.	Aptitud para riego	Aptitud agrológica frutilla
III	Coronda (CDA)	41	III _s	II _C
	Recreo 8 (REC8)	53	II _{ST}	III _{A a C}
	Complejo Arroyo Colastiné (CoAoCNE)	10	V	IV
	Complejo Cañada Malaquías (CoCaMal)	8		

ZONA IV

Recursos hídricos

Está ubicada hacia el sur a continuación de la anterior, llegando hasta el límite de la ciudad de Coronda. La superficie total es de 236 ha, de las cuales el vivero Municipal y zonas anegadizas inmediatas a él ocupan 25 ha. La superficie neta aprovechable es de 190 ha.

El ancho promedio es de 1500 m. Por este motivo gran parte de las parcelas cultivadas no tienen acceso al río, a pesar de estar relativamente cerca. Utilizan para riego el agua subterránea, donde la calidad es muy variable. Muestras obtenidas en el año '78, presentan bajos valores de CE del orden de 0,5 dS/m. Otras muestras obtenidas en el año '94 tienen valores de 1,7 dS/m. En el vivero municipal, que se encuentra en esta zona, los valores de CE oscilan entre 1,1 y 1,5 dS/m, a 6-7 m de profundidad.

En una recorrida efectuada, durante octubre de 1996, en esta zona se extrajeron dos muestras de agua donde, según los productores, el cultivo nunca presentó problemas de salinidad.

La profundidad de las perforaciones encontradas es de 6 a 8 m y el nivel dinámico del acuífero es 5 a 6 m. En esta época se presentan algunos problemas en las electrobombas debido a la altura de succión, que provoca la descarga de la bomba.

Algunas parcelas de esta zona no se pueden cultivar por no contar con agua de aceptable calidad. Son arrendadas temporalmente y al cabo de uno o dos años se salinizan, por lo que son abandonadas.

En esta zona el 70% de las muestras de agua subterránea tienen menos de 1 dS/m, el 30% restante no supera los 2 dS/m (Figura 4). A su vez el 50% tiene un RAS inferior a 6, es decir bajo peligro de sodicidad; el resto oscila entre 10 y 15 (figura 5). El 80% de las muestras tienen una relación Ca/Mg superior a la unidad, lo que indica que no habrá problemas nutricionales ni por exceso de Mg ni por deficiencia de calcio.

Cuadro 9a: Caracterización de las de Aguas correspondientes a la Zona 4

Nº muestras 10	CEa (dS/m)	RAS	CSR	Ca/Mg	P osmótico (bares)
Promedio	0,9	8,6	4,6	1,4	-1,0
Máximo	1,7	15,0	10,2	10,2	-0,7
Mínimo	0,6	2,2	-0,3	0,7	-1,9
Desvío estándar	0,4	5,1	3,7	0,6	0,4

CEa : Conductividad eléctrica agua subterránea.

RAS : Relación de adsorción de sodio

CSR : Carbonato de sodio residual

Aquellos productores que limitan con el río, extraen agua de él sin problemas aún en épocas de estiaje.

La toma de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Coronda se encuentra en esta zona.

El Arroyo Matadero nace como descarga de bajos ubicados al Nor-Oeste y Sur-Este de la autopista. Desemboca en el Coronda en la margen derecha, presentando un anegadizo cuyo nivel de base tiene cota superior a la margen del río. Su régimen es predominantemente pluvial, con importantes caudales en periodos de lluvia.

Inventario de tierras

Al igual que en la zona anterior aquí predominan las tierras correspondientes a las unidades cartográficas Coronda y Recreo8 casi en iguales proporciones. Para conocer detalles de ambas remitirse a los comentarios efectuados en la zona I y III.

Cuadro 9b: Inventario de las tierras de la zona 4

ZONA	Unidad cartográfica	Superficie		Capacidad de uso	Aptitud de uso
		(ha)	%		
IV	Coronda (CDA)	125	53	III _s	Ganadero - Agrícola
	Recreo 8 (REC8)	111	47	III _{ws}	Ganadero - Agrícola
	-----		Total 236	Neta 190	

ZONA	Unidad cartográfica	Índice de product.	Aptitud para riego	Aptitud agrológica frutilla
IV	Coronda (CDA)	41	III _s	II _C
	Recreo 8 (REC8)	53	II _{ST}	III _{A a C}

ZONA V

Recursos hídricos

Está ubicada al Oeste de la ciudad de Coronda, limitando al Norte con el Arroyo Mataderos y al Sur con el arroyo Primer Coronda. El límite occidental está claramente diferenciado por la topografía y el tipo de suelo del área.

La superficie total es de 492 ha. Aquí el porcentaje de reducción es mayor (20%), debido a las construcciones existentes en el área suburbana de la ciudad. La superficie neta es de 394 ha.

Las aguas subterráneas tienen características similares a la de otras zonas, dado que el acuífero de explotación (10-12 m) es de tipo libre y directamente influenciado por las aguas de percolación. No existen problemas de extracción de caudales importantes (20-40 m³/h) a esa profundidad, pero sí de calidad. Las aguas de este acuífero se concentran en épocas de deficiencias hídricas, en especial cuando el hecho se repite estacionalmente durante varios años seguidos.

La disminución de precipitaciones anuales producen un doble efecto. Por un lado se necesita más cantidad de lámina para cubrir la deficiencia de evapotranspiración del cultivo y por otro disminuye la cantidad de agua que alcanza el nivel de la superficie freática. El resultado es una concentración de la salinidad del acuífero y de la solución del suelo. Esta situación fue verificada a partir de dos muestras de agua extraídas en la misma perforación en diferentes tiempos. En efecto la muestra extraída en setiembre de 1992 presentó una CE de **0,98** dS/m, y la de octubre de 1996, **1,4** dS/m (El laboratorio que realizó ambas muestras es el mismo).

El intervalo de CE en esta zona es variable, el 50% de las muestras de agua tiene valores inferiores a 1 dS/m, aunque ninguna tiene menos de 0,5 dS/m (Figura 4). Sólo el 30% de las muestras tienen un RAS inferior a 6, es decir sin inconvenientes por sodicidad (Figura 5). Casi el 40% tienen una relación Ca/Mg inadecuada, con posibles problema nutricional para el cultivo ya sea por exceso de magnesio o deficiencia de calcio.

Cuadro 10a: Caracterización de las Aguas correspondientes a la Zona 5

Nº muestras 26	CEa (dS/m)	RAS	CSR	Ca/Mg	P osmótico (bares)
Promedio	1,4	11,6	6,6	1,2	-1,5
Máximo	4,7	21,7	14,2	2,4	-0,5
Mínimo	0,5	2,2	-5,2	0,3	-5,1
Desvío estándar	1,0	6,6	4,5	0,6	1,0

CEa : Conductividad eléctrica agua subterránea.

RAS : Relación de adsorción de sodio

CSR : Carbonato de sodio residual

Dentro de la misma zona, se extrajo una muestra de agua subterránea en una parcela ubicada sobre suelos de la Serie Coronda donde se manifestaban síntomas de estrés salino. La CE del agua fue de 0,9 dS/m.

Esta es la zona más alejada del río y los productores allí ubicados son los que en mayor medida reclaman una solución al problema de agua. Algunos productores traen agua desde el río por tubería plástica subterránea, solucionando el problema individualmente.

Productores de esta zona mencionaron reiteradamente la existencia de proyectos de acueductos o canales comunitarios elaborados en décadas pasadas. Sin embargo no fue posible obtener información de ninguno de esos proyectos.

Inventario de las tierras

Las tierras de esta zona corresponden en su totalidad a la Consociación Coronda, para detalles ver comentarios realizados en la Zona I.

Cuadro 11b: Inventario de las tierras de la zona 5

ZONA	Unidad cartográfica	Superficie (ha)	%	Capacidad de uso	Aptitud de uso
V	Coronda (CDA)	494	100	III _s	Ganadero -Agrícola

		Total 494 Neta 394			

ZONA	Unidad cartográfica	Índice de product.	Aptitud para riego	Aptitud agrológica frutilla
V	Coronda (CDA)	41	III _s	II _C

ZONA VI

Recursos hídricos

Esta zona está ubicada inmediatamente al Sur de la ciudad de Coronda y al Este de la ruta 11, llegando hasta el arroyo Primer Coronda.

La superficie total es de 207 ha, aunque muchos de estos terrenos están ocupados para casas de fin de semana o bien preparados para loteos. El porcentaje de reducción estimado es del 20%, lo cual significa una superficie neta de 166 ha.

Predominan los productores pequeños de 2 a 3 ha.

La proximidad del río Coronda, o un brazo de aquél, denominado Basualdo, permite extraer agua superficial sin restricciones. No obstante ello, dado las pequeñas superficies individuales de los productores, muchos obtienen el agua de perforación.

El agua subterránea de perforaciones superficiales, de acuerdo a una muestra extraída en agosto del corriente año, tiene una CE de 0,86 dS/m, similar a otras de la región.

Existen muchos datos de aguas subterráneas de perforaciones más profundas realizadas en la cárcel modelo, con valores de CE superiores a 2 dS/m. Estos datos reafirman la mala calidad del acuífero a mayor profundidad.

Cuadro 11a: Caracterización de las de Aguas correspondientes a la Zona 6

Nº muestras 4	CEa (dS/m)	RAS	CSR	Ca/Mg	P osmótico (bares)
Promedio	1,4	7,7	1,7	1,0	-1,5
Máximo	2,8	12,6	6,0	1,6	-0,7
Mínimo	0,6	4,3	-3,2	0,7	-3,0
Desvío estándar	1,0	4,4	4,7	0,5	1,1

CEa : Conductividad eléctrica agua subterránea.

RAS : Relación de adsorción de sodio

CSR : Carbonato de sodio residual

Inventario de tierras

Las tierras de esta zona corresponden en su totalidad a la Consociación Coronda, para detalles ver comentarios realizados en la Zona I.

Cuadro 11b: Inventario de las tierras de la zona 6

ZONA	Unidad cartográfica	Superficie		Capacidad de uso	Aptitud de uso
		(ha)	%		
VI	Coronda (CDA)	207	100	III _s	Ganadero - Agrícola
		----- Total 207 Neta 166			

ZONA	Unidad cartográfica	Índice de product.	Aptitud para riego	Aptitud agrológica frutilla
VI	Coronda (CDA)	41	III _s	II _C

ZONA VIIRecursos hídricos

Se encuentra hacia el Sur de la anterior hasta el Arroyo Colastiné.

Las propiedades en esta zona se encuentran divididas por las vías del FFCC Belgrano. La superficie total es de 288 ha, siendo 190 ha las ubicadas sobre la costa (VII este) y 98 ha entre la ruta 11 y las vías del ferrocarril (VII oeste). La superficie neta es de 258 ha, repartidas en 171 ha y 87 ha respectivamente.

La superficie individual de los productores oscila entre 4 a 20 ha.

Las aguas subterráneas son en general de alta salinidad para frutilla.

Cuadro 12a: Caracterización de las de Aguas correspondientes a la Zona 7

Nº muestras 8	CEa (dS/m)	RAS	CSR	Ca/Mg	P osmótico (bares)
Promedio	1,5	17,8	8,7	1,6	-1,6
Máximo	3,0	27,9	14,1	2,2	-0,4
Mínimo	0,4	5,7	5,3	1,1	-3,3
Desvío estándar	0,8	7,9	2,9	0,4	0,9

CEa : Conductividad eléctrica agua subterránea.

RAS : Relación de adsorción de sodio

CSR : Carbonato de sodio residual

Aquellos predios ubicados sobre la margen costera tienen recurrentes problemas con la obtención de agua superficial, dado el sistema lagunario que se desarrolla frente a sus propiedades (Informe Final Convenio CFI-Pcia Sta Fe, 1996). En épocas de estiaje además del problema de abastecimiento, también se presentan en estos bañados, problemas de calidad, con valores de CE de hasta 3 dS/m. Las alternativas de solución ya fueron evaluadas en detalle en el mencionado informe.

La parte occidental de esta zona tiene tierras potencialmente aptas, aunque las mayores superficies cultivadas son aquellas que pueden acceder con tomas de agua superficial, cruzando las vías del ferrocarril.

Inventario de tierras

Las tierras de esta zona corresponden en su mayoría a la Consociación Coronda, para detalles sobre las características de estos suelos ver comentarios realizados en la Zona I.

Cuadro 12b: Inventario de las tierras de la zona 7

ZONA	Unidad cartográfica	Superficie		Capacidad de uso	Aptitud de uso
		(ha)	%		
VIIE	Coronda (CDA)	152	87	III _s	Ganadero - Agrícola Ganadería extensiva
	Complejo Arroyo Colastiné (CoAoCNE)	7	4	VII _{ws}	
	San Fabián 2 (SFA2)	16	9	IV _{ws}	Ganadería intensiva
	----- Total	175	Neta 156		
VIO	Coronda (CDA)	112	97	III _s	Ganadero - Agrícola Ganadería intensiva
	San Fabián 2 (SFA2)	3	3	IV _{ws}	
	----- Total	115	Neta 103		

ZONA	Unidad cartográfica	Índice de product.	Aptitud para riego	Aptitud agrológica frutilla
VIIE	Coronda (CDA)	41	III _s	II _c
	Complejo Arroyo Colastiné (CoAoCNE)	10	V	IV
	San Fabián 2 (SFA2)	24	III _s	---

VIO	Coronda (CDA)	41	III _s	II _c
	San Fabián 2 (SFA2)	24	---	---

ZONA VIII

La zona 8 se ubica al oeste de la Región, lindando con la autopista y el río Colastiné. Aquí no se desarrollan cultivos hortícolas, siendo mayoritariamente aptos para ganadería. Sólo una superficie de 127 ha aledaña a la autopista y muy alejada del río tiene aptitud para cultivos agrícolas (Complejo Matilde 1).

Esta zona no se considera -a corto plazo- en condiciones de incorporarse al área productiva de frutilla.

Inventario de tierras

Predomina en el área complejos de suelos que contienen en gran proporción la Serie Arroyo Colastiné. Este suelo de capacidad de uso limitada a ganadería extensiva y con índices de productividad muy bajos, inferiores a 20, no es apto para el riego ni para el cultivo de frutilla.

La clasificación con fines de riego para la Serie Colastiné indica que le corresponde clase V, esto quiere decir que para incorporarlas al riego necesitan de obras ingenieriles y agronómicas regionales de tal magnitud que deben realizarse estudios especiales para evaluar su factibilidad. La presencia de microrrelieve, de mal drenaje, de moteados abundantes próximos a la superficie, de elevada alcalinidad con porcentajes de sodio intercambiable que superan el 20%, de permeabilidad subsuperficial inferior a 0,1 cm/h y reducida profundidad de suelo útil para las raíces, hacen clasificarlo así. Además de los problemas de aireación, no es apto para frutilla porque presenta conductividades eléctricas en el extracto de saturación próximas a 3 dS/m.

Cuadro 13b: Inventario de las tierras de la zona 8

ZONA	Unidad cartográfica	Superficie		Capacidad de uso	Aptitud de uso
		(ha)	%		
VIII	Colastiné 2 (CNE2)	637	35	VIws	Ganadería extensiva
	Colastiné 3 (CNE3)	382	21	VIws	Ganadería extensiva
	Recreo 8 (REC8)	382	21	IIIws	Ganadero - Agrícola
	San Fabián 1 (SFA1)	200	11	IVew	Ganadería Intensiva
	Matilde 1 (MAT1)	127	7	IIIew	Ganadero - Agrícola
	Misceláneos	92	5	----	

		Total 1820			

ZONA	Unidad cartográfica	Índice de product.	Aptitud para riego	Aptitud agrológica frutilla
VIII	Colastiné 2 (CNE2)	13	V	IV
	Colastiné 3 (CNE3)	15		
	Recreo 8 (REC8)	53		
	San Fabián 1 (SFA1)	33	II _{ST}	III _{A a C}
	Matilde 1 (MAT1)	55	---	---
	Misceláneos	----	---	---

5. CULTIVO DE FRUTILLA

El cultivo de frutilla se realiza en la provincia de Santa Fe, en la Zona Hortícola de Coronda, que comprende parte de los distritos de Coronda, Arocena y Desvío Arijón. Es una franja a lo largo del Río Coronda, de un ancho máximo de 3 a 4 km. y un largo de 35 km. (Scaglia y Cabral, 1991).

5.1-Origen

La frutilla, es una planta perenne, constituida por una corona, estolones que enraizan fácilmente, hojas trifolioladas dentadas, insertas mediante un peciolo a la corona. Las plantas pueden ser dioicas, monoicas y polígamas, con flores reunidas en racimos en corimbo.

Al genomio, cuyo número básico es de 7 cromosomas, pertenecen más de 150 especies, de las cuales las principales son las siguientes:

Fragaria vesca Linn., diplode, natural de Europa, Asia Central. Produce muchos estolones y son reflorecientes.

Fragaria viridis Duch., diploide. Natural de Europa, Caucaso y Siberia Central. Es importante en mejoramiento por la consistencia de los frutos y la resistencia de las plantas a los terrenos calizos.

Fragaria moschata Duch. hexaploide. Difundida en el Centro y Norte de Europa.

Fragaria chiloensis Duch., octaploide. Originaria de la costa de Chile, en los Andes y Argentina. Fue introducida a Europa desde Chile. Son de tipo no reflorecientes y producen estolones después de la fructificación.

Fragaria ovalis. octaploide. Originaria de América Nor-occidental. Tiene caracteres intermedios entre *F. virginiana* y *chiloensis*. Tiene interés genético por su tolerancia a la sequía y a las mínimas invernales, con flores resistentes al frío, generalmente reflorecientes.

Fragaria virginiana Duch., octaploide. Originaria del Norte de América. Es muy estolonífera. Son escasamente reflorecientes.

La frutilla cultivada en la actualidad ha sido reconocida como un híbrido de *F. virginiana* y *chiloensis* y se designa botánicamente como la especie *Fragaria ananassa* Duch. Debido a su origen híbrido, se adapta a las más variadas condiciones climáticas, desde los climas tropicales y subtropicales, hasta los países escandinavos. Es muy probable que en los cultivares comerciales se incluya en su origen *F. ovalis* que podría haber aportado el carácter de refloreciente y probablemente el de día neutro.

5.2. Organografía

Raíces: Surgen de la corona próxima a la superficie del suelo. Se dividen en primarias y secundarias. La profundidad enraizable en suelos sin limitaciones llega a ser hasta de 50 cm, aunque frecuentemente crece bien con 30 cm de suelo útil, concentrándose el 70 % de las raíces en los primeros 15 cm.

Tallos y corona: La frutilla es considerada como herbácea, aunque los pequeños y cortos tallos y las raíces de más de un año se lignifican parcialmente. El tallo que sobresale del terreno, se llama comúnmente corona, no es otra cosa que un tallo acortado que contiene los tejidos vasculares y por encima de él se forman otras coronas secundarias o brotes. Del tallo salen largos pecíolos que llevan las hojas.

Hojas: Son pinnadas o palmadas, subdivididas en tres folíolos. Tienen muchos estomas. En la axila de las hojas se forman yemas, que en función del número de horas de luz y de la temperatura serán fructíferas o vegetativas y darán origen a coronas secundarias, estolones o inflorescencias.

Estolón: Es un brote largo, delgado, rastrero sobre el terreno, que se forma a partir de las yemas axilares de las hojas situadas en la base de la corona. El primer nudo es latente por lo general, pero a veces puede dar origen a otro estolón. En el extremo del estolón se forma una roseta de hojas que en contacto con el suelo emite raíces que forman una nueva planta. De esta manera se logra la reproducción por vía vegetativa de la especie.

Flores: Las flores pueden ser hermafroditas o unisexuales con sólo órganos femeninos o masculinos. Las variedades cultivadas, salvo pocas excepciones, tienen flores hermafroditas. En el extremo del receptáculo, se encuentran los órganos femeninos o pistilos dispuestos en espiral y número muy variable, formados cada uno por ovario, estilo y estigma que contienen un óvulo, el cual una vez fecundado dará origen un aquenio, llamado comúnmente pepita. Como resultado de la fecundación de los ovarios se desarrolla el fruto que es en realidad una infructescencia. Las flores cuyos pistilos queden todos fecundados dan frutos con la forma típica del cultivo. Cuando las condiciones climáticas son desfavorables para la polinización y una parte de los pistilos no son fecundados, se obtienen frutos deformes.

Inflorescencias: La inflorescencia típica de las variedades cultivadas tienen un eje primario, dos secundarios, cuatro terciarios y ocho cuaternarios. Cada eje lleva en su extremo una flor.

Frutos: El fruto comestible, es un falso fruto formado por el receptáculo, en el que están insertos los akenios en número generalmente variable. El fruto del eje central primario es el primero en madurar y tiene mayores dimensiones que los de los ejes secundarios y terciarios. Los frutos pueden ser de varias formas, según el cultivar: cónicos, cónico-alargado, cónico-redondeado, esferoidales, reniformes, etc.



5.3. Clima y suelo

La frutilla, debido a su amplia variabilidad genética, se adapta a los ambientes más diversos. La temperatura letal de la planta es -10, -12 °C. La temperatura óptima de 20-25 °C. Las flores y frutos, son dañados por temperaturas inferiores a -2 °C. Los cultivares que tienen flores emergentes sobre el follaje son más sensibles a este factor ambiental.

La planta tiene necesidad de frío invernal para pasar del estado vegetativo al reproductivo. Estas horas de frío se suman por debajo de 7 °C de temperatura. Algunas variedades necesitan 1000 horas de frío, mientras que otros cultivares son indiferentes. Esta acumulación de horas de frío se puede dar antes o después de la plantación. En el primer caso, se refiere a los plántines.

La frutilla puede prosperar en diferentes tipos de suelos, prefiriendo los ácidos o levemente ácidos, con pH comprendido entre 5,5 y 6,5. Con relación a la estructura, son preferibles los suelos sueltos en los primeros 30 cm fundamentalmente para que las raíces alcancen un mayor desarrollo. El cultivo no tolera la falta de drenaje y es muy sensible a la salinidad; la producción comienza a afectarse con conductividades eléctricas del extracto de saturación de 1 dS/m, al llegar a 2,5 dS/m sólo se obtiene el 50 % del rendimiento y con 4 dS/m la producción es prácticamente nula.

5.4. Desarrollo :Termo y Fotoperiodo

Las yemas axilares de la frutilla, se pueden diferenciar en estolones, inflorescencias o en coronas secundarias. El destino final depende principalmente de:

- Fotoperíodo
- Temperatura
- Respuesta fotoperiódica del cultivar.

Los grupos de cultivares de frutilla, según su respuesta fotoperiódica son los siguientes:

* Cultivares de días cortos o "Standard". En este grupo, la diferenciación de flores se realiza con días cortos (umbral entre 12-14 h) a fines de verano y otoño. El número de ciclos inductores es variable. En algunas variedades japonesas el número de ciclos necesarios para la inducción floral es de 15 a 20.

* Cultivares de días largos o reflorescientes: que diferencian las flores con días alargándose y producen frutas durante todo el verano

* Cultivares de día neutro, donde la temperatura es el único factor que influye sobre la floración.

Esta categorización, es modificada por los factores mencionados anteriormente: temperatura y fotoperíodo. Así los cultivares de días cortos, debajo de ciertas temperaturas son indiferentes al fotoperíodo y por encima de una temperatura determinada se comportan como de días cortos:

Comparando el comportamiento de las variedades de día corto y las reflorescencias, se observa que en las primeras, la temperatura tiene un efecto más marcado e incluso modifica los requerimientos fotoperiódicos. En cambio en las reflorescencias, la temperatura acelera el proceso de aparición de nuevas flores, sin modificar la respuesta fotoperiódica.

El efecto de las bajas temperaturas sobre los cultivares de días cortos, se da tanto si el que recibe el factor ambiental es la planta o el plantín antes de la plantación. Investigadores Israelíes sometieron plantines de frutilla a refrigeración, hasta 8 meses. Luego, los plantines se plantaron en macetas a 20 C y distintas condiciones fotoperiódicas: días largos y días cortos. A los 120 días del trasplante, se hicieron observaciones de flores, área foliar, estolones, etc.

Los resultados obtenidos muestran que dos meses de frío ya tienen un profundo efecto sobre el vigor vegetativo, tanto en condiciones de día largo como de día corto. Se observa un notable incremento del área foliar y del número de estolones/planta.

Con 2 meses de frío, también se observa una reducción muy drástica en el número de inflorescencias por plantas en condiciones de día largo. En el tratamiento de días cortos, para lograr el mismo efecto que bajo días largos, se necesitan 4 meses de frío, si bien a los 2 meses el número de inflorescencias por plantas se reduce a la mitad comparando con el testigo sin frío.

La emisión de la segunda inflorescencia es totalmente inhibida con 2 meses de frío, tanto en condiciones de día largo como de día corto.

Tratando las plantas con giberelinas al trasplante, se obtienen los mismos resultados que con el tratamiento de 2 meses de frío. Si en cambio se aplica AMO 1618 (retardante de crecimiento), se logra contrarrestar el efecto producido por 4 meses de frío.

Como conclusión, el frío estimula el crecimiento vegetativo posterior, retrasa la floración, produciendo una reversión del crecimiento reproductivo al vegetativo. Tanto el frío como los días largos parecen ser reemplazados por giberelinas exógenas. Estos autores suponen que las giberelinas internas juegan un rol clave en la respuesta al fotoperíodo y a las bajas temperaturas. La hipótesis que proponen es que durante condiciones de bajas temperaturas se produce una modificación hormonal con una acumulación gradual de giberelinas responsable del incremento del vigor vegetativo y retraso de la floración. Previo al aumento del nivel de giberelinas, parece que ocurre una reducción del nivel de ABA.

Los cultivares reflorescencias y de día neutro, no responden de la misma manera a las horas de frío acumuladas durante el estado de plantín. Yanagi y Oda, trabajando con variedades de días cortos y reflorescencias concluyen que estas florecen independientemente de los tratamientos de fotoperíodo y bajas temperaturas que hayan tenido, no así las variedades standard.

5.5. Tamaño del plantín

El desarrollo de la parte aérea a fines de verano tiene una especial importancia, ya que cuando los días se acortan se produce la diferenciación de yemas de flor. El número de hojas presentes a finales de verano está en proporción directa con el número de flores y como consecuencia de los frutos producidos en la siguiente primavera

Si un plantín (cultivar de días cortos) se extrae de vivero a fines de otoño con un tamaño reducido, no tendrá posibilidades de estar expuesto, luego de transcurrido un cierto periodo desde el trasplante, bajo condiciones de inducción floral ya que las condiciones de día corto pero con baja intensidad lumínica y bajas temperaturas no son adecuadas para la diferenciación de yemas (planta en reposo). Esto comprometerá la producción en la primavera siguiente. El forzado con túneles o invernaderos, podría mejorar el efecto de la temperatura y el plantín retomarí­a el crecimiento bajo condiciones inductoras (días cortos).

El tamaño del plantín, en plantas de día neutro, tendría menos importancia en el comportamiento reproductivo posterior de la planta, siempre que no se vea afectada la eficiencia de implantación.

5.6. Demanda de agua

A continuación, se presentan datos referidos al cálculo de la Evapotranspiración de Referencia (ET_o), según el método de la Radiación, obtenidos con el propósito de efectuar estudios de riego localizado en frutilla, en la zona de Coronda (Marano, 1996).

A este valor se afectó un coeficiente que tiene en cuenta el porcentaje de cobertura de follaje del cultivo de frutilla, respecto de la superficie total del suelo, criterio recomendado por la FAO, y adoptado además por Hartz (1993). La ET_c es además corregida por un factor de eficiencia del 90%. La última columna representa el consumo de agua del cultivo mes a mes.

Los datos climáticos utilizados para la estimación corresponden a la Estación Meteorológica de Ángel Gallardo (Sta. Fe).

Cuadro 14 : Demanda mensual de evapotranspiración del cultivo de frutilla.

MES	ET _o (mm/día)	Coefficiente Cobertura	ET _c (mm/día)	ET _c corregida mm/día	Consumo Mensual (mm)
ENE	6,6	-	-	-	0
FEB	6,1	-	-	-	0
MAR	4,2	-	-	-	0
ABR	3,1	0	0	-	0
MAY	2,2	0,35	0,77	0,85	23,1
JUN	1,6	0,5	0,8	0,88	24,0
JUL	2,9	0,65	1,9	2,1	57,0
AGOS	3	0,8	2,4	2,7	72,0
SET	3,4	0,95	3,2	3,5	96,0
OCT	4,8	1	4,8	5,3	144,0
NOV	6,1	1	6,1	6,7	183,0
DIC	6,6	1	6,6	6,7	198,0

* Si bien para el mes de Abril el coeficiente por cobertura de follaje es 0, se necesita regar para asegurar la implantación del cultivo (Trasplante). Se supone que durante los meses de enero, febrero y marzo no hay cultivo en plantación.

5.7 Requerimientos nutricionales

Los ensayos de fertilización en la zona son escasos. Tradicionalmente se efectuaba una aplicación de estiércol a razón de 15 o 20 tn./ha y una fertilización de fondo con nitrógeno, fósforo y potasio. En la primavera, suele realizarse una fertilización complementaria (Scaglia et al., 1985).

Con el uso del "mulching" plástico y riego por goteo, se posibilita introducir la técnica de fertirrigación. Esta técnica permite mejorar la eficiencia de utilización de agua y nutrientes, el balance de nutrientes y la oportunidad de aplicación. Estas ventajas se logran con un conocimiento más exacto de los requerimientos de agua y nutrientes de la planta.

Los análisis de suelo de la Zona, muestran niveles de nutrientes muy contrastantes entre suelos cultivados y suelos vírgenes. Por ejemplo, en el caso del fósforo, en Coronda, son comunes valores de 60 a 70 ppm, mientras que en suelos no trabajados, no llega a 8 ppm (L.Priano -Servicio de Suelos FAVE- comunicación personal). Lo mismo sucede con potasio y nitrógeno. Estos datos, son indicadores de que generalmente la fertilización excede las necesidades del cultivo, tanto en suelos con fertilización orgánica como mineral. Sin embargo es necesario más información al respecto.

Los rendimientos promedios en la zona de Coronda son, en la actualidad, de 10 a 20 tn/ha. Rendimientos obtenidos en ensayos experimentales han llegado hasta 30 tn/ha para la plantación de otoño, y 40 tn/ha en las de verano (Scaglia y Taborda, 1991).

Rendimientos en otros lugares del mundo :

- 43 tn/ha en la región de inviernos húmedos de Sudáfrica (Human y Kotze, 1990)
- 50 tn/ha en California (Gliessman et al.1990), con producciones máximas de hasta 160 tn/ha (Folker, 1986)
- 25-40 tn/ha en Florida (Albregts and Howard, 1978)

El consumo de los principales nutrimentos de un cultivo de frutilla con un rendimiento de 20000 kg de fruta/ha es el siguiente:

ELEMENTO EN FRUTA	EXTRACCION EN FRUTA	EXTRACCION TOTAL
Nitrógeno	30 kg/ha	60 kg/ha
Fósforo	5,5 kg/ha	10 kg/ha
Potasio	40 kg/ha	63 kg/ha
Calcio	3,8 kg/ha	30 kg/ha
Magnesio	3,0 kg/ha	7,8 kg/ha

Los 20000 kg de fruta, representan aproximadamente 1786 kg de Materia seca, siendo la materia seca total acumulada para esa producción de 3370 kg./ha. Esto da una eficiencia de cosecha del 53 % . Según información bibliográfica internacional, la distribución de materia seca en los diferentes órganos de la planta es la siguiente:

fruto	53,0 %
hoja	15,5 %
Raíz y corona	11,5 %
Pecíolo	6,5 %
Material muerto	12,0 %

Sin embargo investigaciones no publicadas realizadas por Gariglio (FAVE, UNL) en el área del estudio, indican que el índice de cosecha de frutos es menor, no superando el 35 %. El Requerimiento interno de nitrógeno, fósforo y potasio es de : 1,75 - 0,3 y 1,9 g de mineral/100 g material seco a madurez fisiológica.

De la información referida a de extracción de nutrimentos y de evolución de materia seca, se puede programar con cierta exactitud el aporte de abonos, fundamentalmente nitrógeno, a través del riego, teniendo presente el contenido de mineral del fertilizante a utilizar y la eficiencia de utilización.

La frutilla es un cultivo de baja extracción de nutrimentos, los avances en fertilización en esta zona, van reduciendo su uso y mejorando la distribución de la aplicación . Varios trabajos israelíes consideran que la relación entre los principales elementos a aplicar debe ser la siguiente:

primer mes desde el trasplante: 1N:0,4P:0,83K

30 días en adelante: 1N:0,2P:1,24K

5.8. Manejo del cultivo en Coronda

5.8.1. Evolución

Si bien la producción de frutilla en Coronda data de la década del '20 (Scaglia, 1984) fue en la década siguiente donde se la utilizó con fines comerciales. Una de las variedades utilizadas durante mucho tiempo se denominada "Corondina". Fue introducida desde Europa y también se denominaba "Chivilcoy" o "Mercedes" (Rodríguez, 1984). Se obtenía de plantines producidos por los mismo productores y se adaptó muy bien a la región. El monocultivo hizo que sufriera diversos problemas fitosanitarios, por lo que fue paulatinamente reemplazada por algunos cultivares que se reproducían por semilla. Se obtuvieron con ello algunos ecotipos de buen rendimiento (Scaglia, 1984), pero con calidad heterogénea. Se los denominaba por el nombre del productor que les dió origen (Figuera, Villa, etc).

Fue constante la inquietud de técnicos y productores para mejorar la producción a partir de nuevas variedades. Con reproducción por plantines, se pueden mencionar las variedades: Missionary, Americana Negra, Mastodonte, Senga Sengana, introducidas en la década del '60, y Tioga, Fresno, Hood, Florida 90, etc de la década del '70. Pájaro, Douglas, Chandler, son más recientes. De semilla ya fueron mencionadas las más importantes y han dejado de ser utilizadas por el cuidado y excesivo tiempo que se necesita para hacerlas germinar.

El ocaso de una variedad generalmente era debido a la aparición de problemas sanitarios originados por el monocultivo, que eran superados por una variedad resistente hasta que sufría problemas similares.

La industrialización de la fruta es un indicador del grado de desarrollo alcanzado por este cultivo en Coronda. Las primeras fábricas se instalan en la década del '40, provenientes de Córdoba y Mendoza, sede tradicional de productos de conserva. Las cooperativas y Asociaciones de productores tuvieron como finalidad agruparse primero para comercializar la fruta y posteriormente para procesarla.

Como ya se mencionó, los plantines eran obtenidos por el mismo productor, dedicándole alguna atención especial en el cuidado del riego, desmalezamiento, etc. El sistema original de plantación era en "llano", es decir en el mismo nivel del terreno. Las características de los suelos de Coronda permitía un buen drenaje en momentos de lluvias o riego, limitante principal de este sistema de plantación. Se utilizaban hileras simples de plantas a 65-70 cm de distancia y 25 cm entre plantas dentro de la hilera. La densidad de plantas era de 50.000 a 60.000 pl/ha.

Posteriormente se preparaba el suelo con 2 o 3 aradas, más rastra de dientes y disco, y luego se procedía a levantar los "caballones" o "lomos", con un surcador o aportador, de distancia variable. En este sistema no se utilizaba el mulching plástico.

El método de plantación fue evolucionando a uno de doble hilera, donde en cada caballón se plantaban dos hileras en tresbolillo, separadas 25 a 30 cm e igual distancia dentro de la hilera. La distancia entre lomos era de 90 cm. Con este sistema se plantaban 75.000 a 100.00 pl/ha.

Las plantaciones mayoritariamente se realizaban en una sola época, denominada plantación de fresco o de otoño. Las fechas variaban entre mediados de marzo a junio, dependiendo de conseguir los plantines del viverista, siendo los más indicados abril y mayo.

Se realizaba aporte de estiércol de ganado o ave, y abonos verdes. Las dosis eran variables entre 2 a 10 tn/ha, llegando a utilizar hasta 20 tn/ha. La fertilización química era escasa, con aportes de Nitrógeno en forma de Urea o Nitrato de Amonio.

La frutilla, como otros cultivos hortícolas, requieren de mucha mano de obra. Las labores más importantes están referidas al control de malezas, que se realizaba en forma manual. La utilización de mulching plástico permitió controlar más eficazmente muchas de ellas. Se cubre completamente el lomo con el plástico y luego se lo agujerea para introducir el plantín.

Con respecto al riego, su incorporación fue en aumento. Las primeras producciones eran en secano. No está bien documentado la aparición de los primeros riegos, pero se conoce que aquellos productores ubicados en la franja costera lindante con el Río Coronda pudieron hacerlo sin problemas. El método original era por surcos, y en la década del '70 se generalizó el uso de aspersion montados en tubos de aluminio de acople rápido.

5.8.2. Estado actual

Paulatinamente se fue incorporando en la región nuevas tecnologías con el objetivo de aumentar la producción, mejorar la calidad de fruta y producir en primicia cuando el mercado presenta los mejores precios. Esta evolución se dio en todos los planos:

- Obtención del plantín

El cultivo de frutilla se reproduce a través de estolones. La plantación se inicia con el trasplante de los plantines. Estos son en su gran mayoría provenientes de viveros ubicados fuera del área de Coronda. Los viveros más importantes de nuestro país se ubican en la región de Cuyo y Río Negro.

Los plantines de vivero se pueden extraer antes de que entren en dormancia o posterior a ello. En el primer caso necesitan un manejo mucho más exigente, ya que no deben permanecer a raíz desnuda durante la extracción y transporte, y deben recibir frío antes del trasplante. Todo esto es para evitar la deshidratación. En caso de que los plantines estén en dormición, pueden ser extraídos y transportados a raíz desnuda y es posible que sean trasplantados inmediatamente.

Los viveristas, para lograr una mayor producción de plantines, prefieren extraerlos hacia principios de invierno, mientras que los productores de Coronda desean plantar a comienzos de otoño, para producir fruta en primicia, es decir a comienzos del invierno. Debido a esto se produce un desencuentro entre oferta y demanda de plantines.

Las principales variedades utilizadas son Chandler, Swet Charlie (día corto), Selva y Ferm , (reflorescientes y día neutro).

Durante la plantación, se debe elegir los plantines con raíces blanquecinas. Las raíces negras causan hasta una semana de demora en la brotación y emisión de raíces, comparado con los plantines sin ese inconveniente.

- Épocas de plantación

En este aspecto se evolucionó notablemente. Existen una diversidad de fechas y técnicas asociadas, de modo tal que hoy es factible producir frutilla en gran parte del año. Como regla general, para producir anticipadamente (marzo a junio), se necesita mayor inversión en la protección del cultivo. Las principales épocas de plantación son:

-Plantación de verano

Se realiza hacia fines de enero , febrero y marzo , con plantines conservados en cámara durante 6-8 meses (plantas frigo). El viverista los extrae en invierno y los conserva hasta el verano. Estos plantines, fundamentalmente en los cultivares de día corto, poseen un gran vigor vegetativo con mucha emisión de estolones (Ver efecto del frío sobre los plantines) y tienen la característica de que su estado fisiológico está totalmente revertido hacia el estado vegetativo. Una vez transplantados, emiten las flores ya muy diferenciadas al momento de extraerse del vivero y posteriormente deben volver a inducirse para producir desde fines de otoño a comienzos del invierno (si se utiliza forzado) o bien en la primavera siguiente. Si los plantines son de cultivares de día neutro, no necesitan el proceso de inducción.

Debido a la gran producción de estolones de estos plantines, el productor suele plantar una sola fila sobre el caballón y dirige el enraizamiento de los estolones a la otra hilera, ahorrando de ese modo el 50 % del costo de plantines.

En los últimos años se están usando plantines frigo conservados de origen estadounidense.

- Plantación de otoño

Se realiza durante los meses de abril, mayo y principios de junio. Se utilizan plantines extraídos de vivero en la misma fecha y pueden o no recibir frío. En el caso de que estos plantines no estén en dormición al momento de su extracción, conviene someterlos durante 15-20 días en cámara a 0, -2 C. De este modo se vigoriza el crecimiento vegetativo y se reduce el estrés del trasplante.

Cuando el trasplante se realiza en abril, se utiliza conjuntamente alguna protección para evitar que las heladas dañen severamente las flores y anticipar las cosechas. Los sistemas de forzado usados son:

MICROTÚNELES: Son túneles de 50-80 cm de altura y 60-90 cm de ancho en la base. Cubren un caballón de hilera únicas o dobles. La estructura se realiza con arcos de alambre colocados a una distancia de dos metros entre si y unidos longitudinalmente por alambre muy fino. Los plásticos utilizados pueden ser perforados o no. Los primeros tienen la ventaja de que el túnel no debe ser abierto durante el día para la ventilación. En cambio los plásticos sin perforar deben ser ventilados diariamente, de lo contrario la

temperatura en el túnel supera los 40 C. La protección que brinda este sistema contra las heladas es muy limitada y sólo protege a las hileras centrales del túnel, produciéndose un efecto de borde. La ventaja de esta cobertura es aumentar la temperatura durante el día y anticipar la maduración de los frutos.

TÚNEL - INVERNADERO: Son túneles de mayores dimensiones, también con una estructura de arcos, pero cubren varios surcos (4 a 6 caballones). La altura alcanza los 2 metros. Disminuyen los efectos de borde y los problemas de inversión térmica al aumentar el volumen de superficie cubierta y la relación volumen/superficie.

INVERNADEROS: Se acentúan las ventajas del túnel-invernadero con respecto al túnel simple. Sin embargo puede resultar antieconómico. El cultivo de frutilla en invernaderos se debería complementar con el cultivo vertical para alcanzar altos rendimientos por hectárea.

La utilización de una u otra época de plantación depende básicamente de la cadena de comercialización a que cada productor acceda. La plantación de frigo produce mayor cantidad de fruta que la de otoño, pero concentrada en muy poco tiempo. En ese caso, el productor está vinculado a una industria que absorbe su producción. Las plantaciones de otoño con protección, están orientadas a producir fruta desde junio en adelante, para aprovechar los mejores precios del mercado. Las plantaciones al aire libre concentran el 50% de la producción en octubre, mes donde se obtienen los precios más bajos.

- Sistemas de plantación

PLANTACIÓN EN CABALLONES: Este sistema asegura un sistema radical exento de agua estancada. Se debe buscar una altura mayor en suelos más compactos y menor en los más sueltos. Los caballones altos, por otra parte, evitan que los frutos lleguen al surco y puedan ser aplastados al pasar los trabajadores, facilitan la recolección y aceleran la maduración.

Dentro de este sistema, se pueden hacer las siguientes distinciones:

Líneas apareadas, con caballones de 60 cm de ancho y pasillos de 50 cm. La distancia entre lomos es de 1,1 m y la cantidad de plantas por hectárea es de 70000.

Líneas apareadas con 3 o 4 líneas por lomo, siendo los lomos más anchos (1 metro) y separados por pasillos de 30 cm. En este sistema se pueden alcanzar las 120.000 pl/ha.

- Trabajos culturales

Desinfección del suelo : En las zonas de producción de frutilla, normalmente se realiza monocultivo o rotaciones con alta participación de esta especie. Este sistema de trabajo acarrea problemas de mortandad de plantas debido a la acumulación de patógenos, fundamentalmente Fusarium y en menor medida Verticilium y Phytophthora, y nemátodos. La única manera de mantener la productividad en estas condiciones es la desinfección del suelo con Bromuro de metilo, Vapam, formalina o somatización.

Raleo del follaje : Se realiza al final del invierno, cuando la planta reinicia el crecimiento. Se elimina las hojas, inflorescencias y estolones dañados, que de no eliminarse permiten que prosperen patógenos y ácaros. En cultivos pluri-anales, es común cortar el follaje al terminar la cosecha para reducir la superficie foliar transpirante, renovar las hojas y eliminar parásitos que se desarrollan sobre las hojas viejas, ya que el productor al terminar el periodo de cosecha suspende los tratamientos químicos.

Control de malezas : En la zona hortícola de Coronda se realiza fundamentalmente a mano. Es una tarea que requiere gran cantidad de mano de obra, coincidiendo esa demanda con la época de cosecha, agravando aún más la escasez de personal. Si bien la retribución de la mano de obra para eliminar malezas no es el principal costo de producción, limita la superficie a trabajar por los productores debido a la alta demanda de horas hombre al superponerse con la cosecha. Se mencionan en la bibliografía herbicidas como trifluralina, metribuzin, lenacil, simacina, dinoseb, terbacil, etc. Sin embargo no existen en esta zona experiencias concretas.

El bromuro de metilo aplicado debajo del mulching negro es un método muy efectivo para solucionar el problema de las malezas, aunque con severos daños ambientales. La solarización ha sido utilizada en numerosas experiencias de investigación, y no tiene consecuencias ambientales .

- Sistema de riego

Se cambió paulatinamente del método de surcos y aspersión, al método de riego localizado. Este presenta una serie de ventajas y desventajas que se describen a continuación:

Ventajas del riego por goteo

1. Menor consumo de agua por unidad de superficie .
2. Mayor eficiencia de aplicación, al no existir pérdidas por evaporación, infiltración profunda, escorrentía, etc.
3. Mayores frecuencias de riego, con la posibilidad de regar más de una vez al día.
4. Disponibilidad inmediata de nutrientes en la zona de exploración de las raíces, entregados a medida que son requeridos por las plantas, utilizando fertirrigación.
5. Menores posibilidades de contaminar las napas.
6. Incorporación de nutrientes junto con el agua de riego.
7. Menor disponibilidad de mano de obra. Los sistemas son fijos y accionados a distancia.
8. Movilidad de nutrientes poco solubles (potasio y fósforo)
9. Economía de fertilizantes, a consecuencia de la mayor eficiencia de aplicación para este método
10. Este sistema permite producir en suelos marginales, superficiales, con rocas y con aguas que contienen alto contenido salino. (Pasternak y Malach), ya que:
 - 10.1 La salinidad del suelo inmediatamente bajo los goteros se mantiene al mismo nivel que la salinidad del agua de riego, sin aumentar. Las raíces de las plantas crecen y extraen la mayor parte del agua necesaria para la transpiración, en este volumen restringido de suelo, que está permanentemente humedecido. Con otros sistemas, la zona de mínima salinidad cambia continuamente entre riego, formándose

zona de muy alta salinidad por evaporación y/o ascenso capilar, quedando expuestas las raíces a dichas zonas, de salinidad muy superiores al agua de riego.

10.2 El riego por goteo permite además una mayor frecuencia de aplicación de agua que otros sistemas. En caso de riego por aspersión, y especialmente riego superficial, ellos, producen una saturación total del perfil del suelo por períodos de pocas horas o pocos días, reduciendo marcadamente la disponibilidad de oxígeno en el suelo. La falta de oxígeno, combinada con alto contenido de sales, interactúa negativamente. El riego por goteo, en cambio, produce una infiltración de agua desde un punto, no de toda la superficie, y la concentración de oxígeno se encuentra en niveles relativamente altos, en un volumen de suelo antes y después de regar.

10.3 El riego por goteo, en común con riego por superficie, tiene ventaja sobre aspersión ya que no moja la superficie de las hojas. En muchos cultivos, la absorción de agua con alto contenido salino a través de las hojas retarda el crecimiento.

Desventajas

1. Las reservas de nutrientes son menores en la parte humedecida, en la cual se desarrollan las raíces. Esta limitación puede ser muy crítica para el desarrollo de las plantas y para los rendimientos. A consecuencia del volumen de suelo reducido en el que se desarrollan las raíces, la cantidad total de nutrientes que está presente en el volumen total de suelo no sirve más como una reserva. Por lo tanto deben suministrarse todos los nutrientes esenciales para las plantas, a través del agua de riego. Sin abastecer los nutrientes necesarios, se pone en peligro el desarrollo de las plantas, y las consecuencias son más graves para este método.

2. La solubilidad de los fertilizantes y la composición química del agua de riego, influyen en el mantenimiento de los componentes del sistema (filtros, goteros, etc.), por lo que se hace necesario tratamientos especiales en caso de aguas muy alcalinas o fertilizantes muy ácidos. En la zona de Coronda, utilizan una cinta perforada, de polietileno de baja densidad, de 200 micrones de espesor y 20 mm de diámetro interno, fabricada en industrias de la zona. La falta de uniformidad en el riego es la principal crítica a esta cinta, aunque su bajo costo la hace preferible por los productores. La incorporación de filtros de malla y grava, junto con inyectores de fertilizantes son cada vez más usuales en la quintas. Esta tubería se coloca con la misma máquina que pone el mulching plástico que cubre el caballón o lomo.

- Fertilización:

La aplicación de fertilizantes es hoy una práctica común de los productores, más aún teniendo en cuenta que gran parte de ellos utiliza riego por goteo. Los fertilizantes utilizados son Sulfonitrato de Amonio (26-0-0), Nitrato de Amonio (33-0-0) Fosfato diamónico (40-15-0 confirmar), Nitrato de Potasio (13-38-0), Ácido Fosfórico (0-30-0) y más recientemente, productos hidrosolubles especiales para riego por goteo. Estos presentan una gran variedad de formulaciones de N,P y K y también micronutrientes.

Salinidad y fertirrigación

Si bien la técnica de fertirrigación permite mejorar los rendimientos en frutilla, y es considerada como una de las principales ventajas del riego por goteo, la utilización incorrecta de la misma, puede agravar los problemas de salinidad de los

suelos. Como ya fue mencionado la frutilla es una de las especies vegetales más sensibles a la salinidad, con valores límites de Conductividad eléctrica de agua de riego (CEa) de 0,7 dS/m.

Existe una relación entre la CEa y la concentración de cationes :

$$\underline{\text{CEa (dS/m)}} = 0,1 \text{ meq cationes /l}$$

Lo anterior significa que una concentración de fertilizantes (sales) de 10 meq/l, equivale a incrementar la conductividad eléctrica del agua de riego en 1 dS/m.

Entonces, en cada aplicación de fertirriego, ese valor no debe ser superado, en especial cuando se utiliza para regar aguas de mediana a alta salinidad, entre 1 a 2 dS/m (Ayers y Wescott, FAO 1987).

Para lograr este objetivo, se debe tener en cuenta:

- a) Volumen de agua entregado, considerando el caudal del emisor de riego y la superficie a regar.
- b) Concentración de la solución fertilizadora.
- c) Tiempo de riego

Con lo anterior es posible determinar la concentración máxima de cada fertilizante empleado, por unidad de tiempo de riego. Si el tiempo de regado es menor, se debe aplicar una proporción de aquel.

Esquemas de riego

En la región de Coronda, no existe una planificación de los riegos. El modo más común es observar visualmente el estado hídrico del suelo y a partir de ello comenzar a regar.

5.8.3. *Ensayos agronómicos*

En esta región se realizaron durante muchos años, gran cantidad de experiencias agronómicas, en especial referidas al cultivo de frutilla.

Los ensayos ponían énfasis en :

- 1) Comportamiento y adaptación de distintos cultivares.
- 2) Rendimientos, calidad y tamaño de fruta
- 3) Evaluación de fertilización
- 4) Prácticas de manejo del cultivo

A continuación se ofrece una lista con las principales publicaciones y trabajos realizados en el área.

Anglada de Maidana, M. ; Quarchione, M.; Bochinfuso, R.; Sandoli, M. 1992. *Relevamiento fitosanitario de la zona de Coronda*. VIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Paraná. E.R. Resúmenes.

- Gariglio, N.F.; Pilatti, R.A.; Marano R.P.; Berra, J.L ; Piumatti D. 1995. *Fertilización nitrogenada del cultivo de frutilla*, ASAHO, XVIIIº Congreso Argentino de Horticultura, Rio Hondo, Sgo del Estero. Resúmenes
- Gariglio, N.F.; Pilatti, R.A.; Marano, R.P.; Bouzo, C.A.1996. *Sistemas de plantación en frutilla*. Reunión Argentina de Fisiología Vegetal.Mendoza. Resúmenes
- Gariglio, N.F.; Marano, R.P.; Pernuzzi, C. ; Pilatti R. A. 1996. *Cultivo vertical de Frutilla en Invernáculo*. XIX Congreso Argentino de Horticultura, San Juan. Resúmenes
- Iriondo, M.; Mussetti, M.; Real, G. 1983. *Geomorfología del área Coronda*. Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Santa Fe. Universidad Nacional del Litoral.
- Marano, R. *Fertirrigación del cultivo de frutilla bajo cubierta plástica en la zona de Coronda*. Informe final beca de graduados UNL. 81p.p.
- Pilatti, R.A.; Favaro, J.C. ; Rista, L.; Gariglio, N.F. ; Marano, R.P.1995. *Cultivos Horticolas Bajo Invernadero: Tomate, Pimiento, Frutilla y Apio*. Centro de Publicaciones UNL.174 pp.
- Rodríguez , J.P., 1984.*Evolución Varietal y ofertas de Plantines de Frutilla*. Boletín Hortícola SAO. Año 3 N° 4
- Scaglia, E.; Guitard, R.; Tabora, R.1991. *Comportamiento de cultivares de frutilla a partir de plantines-hijos de plantas frigo conservadas en el área de Coronda*. CE.DE.HOR. Congreso Argentino de Horticultura. Mar del Plata. Resúmenes.
- Scaglia, E. ; Tabora, R.1991.*Evaluación del comportamiento de cultivares de frutilla en plantación de otoño en la zona de Coronda*. CE.DE.HOR. Congreso Argentino de Horticultura. Mar del Plata. Resúmenes.
- Scaglia, E. Tabora, R.1991. *Evaluación del comportamiento de cultivares de frutilla en plantación de otoño sobre mulching negro y bicolor*.CE.DE.HOR. Congreso Argentino de Horticultura. Mar del Plata. Resúmenes
- Scaglia, E.; Tabora, R. 1991 *Incidencia del trasplante y el tamaño del plantín en el rendimiento de un cultivar de frutilla*. Congreso Argentino de Horticultura. Mar del Plata. Resúmenes.
- Scaglia, E.; Bisinella, R. 1987. *Frutilla, costo operativo*. Grupo de Trabajo en Horticultura (INTA-MAG) . Curso de Actualización de Extensionistas. EEA INTA San Pedro. Bs. As.
- Scaglia, E.;Tabora, R. 1993. *Cultivo de frutilla en plantación de verano bajo túneles de polietileno perforado y sin perforar en la zona de Coronda*. EEA INTA Rafaela. Área de Desarrollo Rural. Información para Extensión N° 47.
- Scaglia, E. ;Tabora, R.1993. *Frutilla, resultados de algunas experiencias*. Miscelánea. CE.DE.HOR. Angel Gallardo (Santa Fe).
- Scaglia, E. 1991. *Evaluación del comportamiento de cultivares de frutilla en plantación de verano en la zona de Coronda*. EEA INTA Rafaela. Área de Desarrollo Rural. Información para Extensión N° 33.
- Scaglia, E. 1992. *Cultivares de frutilla a partir de plantines provenientesde distintos viveros en plantación de otoño* . EEA INTA Rafaela. Área de Desarrollo Rural. Información para Extensión N° 42.
- Scaglia, E. Tabora, R. 1992. *Incidencia de la cosecha prematura y el desarrollo de estolones sobre el rendimiento de un cultivar de frutilla en plantación de verano*. CE.DE.HOR, Congreso Argentino de Horticultura. Neuquén. Resúmenes.

6. DEMANDA MÁXIMA DE AGUA

Considerando sólo las tierras con mayor aptitud para frutilla con riego suplementario; una demanda máxima diaria de evapotranspiración de 6mm/día y que se riegue durante 15 horas por día, el caudal necesario por zona se presenta en el siguiente Cuadro.

Debe destacarse que no se ha considerado ninguna eficiencia de conducción, almacenamiento, etc.; sólo la lámina neta requerida por el cultivo.

ZONA	Unidad cartográfica	Superficie a regar (ha)	Volumen/día a m ³ /día	Caudal para 15 h/día riego m ³ /s
I	Coronda (CDA)	183	10.980	0,20
II	Coronda (CDA)	166	9.960	0,18
	Coronda1 (CDA1)	95	5.700	0,10
III	Coronda (CDA)	59	3.540	0,06
	Recreo 8 (REC8)	76	4.560	0,08
IV	Coronda (CDA)	100	6.000	0,11
	Recreo 8 (REC8)	88	5.280	0,10
V	Coronda (CDA)	394	23.640	0,44
VI	Coronda (CDA)	166	9.960	0,18
VII E	Coronda (CDA)	137	8.220	0,15
VIII O	Coronda (CDA)	101	6.060	0,11

$$\text{VOLUMEN TOTAL} = 1.565 \text{ ha} \cdot 60 \text{ m}^3/\text{día} = 93.900 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q \text{ a derivar} = \frac{93.900 \text{ m}^3/\text{día}}{3.600 \text{ s/h} \cdot 15 \text{ h/día}} = 1,74 \text{ m}^3/\text{s}$$

7. DISPONIBILIDAD DE AGUA SUPERFICIAL

Debido a la escasa información publicada en torno al régimen del Río Coronda y aunque no fue previsto en el plan de trabajo original, se realizaron tareas de aforo mediante batimetría y corrida de flotadores. El trabajo se llevó a cabo a fines de octubre de 1996.

El único antecedente recopilado sobre el río, refiere a un trabajo realizado por la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas en el año 1992, por encargo de la Dirección Provincial de Obras Hidráulicas de la Pcia de Santa Fe, frente a la localidad de Sauce Viejo. En dicho trabajo no se realizó estimación de caudales del río y la batimetría cubrió sólo la margen derecha.

Tampoco se tuvo acceso a antecedentes de la obra de toma para abastecer de agua potable a la ciudad de Coronda.

Otro trabajo vinculado al tema fue realizado por técnicos del entonces Ministerio de Agricultura y Ganadería de la provincia de Santa Fe, pero no quedó documentación registrada.

Para el presente estudio, se analizaron los posibles lugares de aforo mediante carta actualizada IGM, escala 1: 25000 (CFI - Sta Fe, 1996) y fotos satelitales, escala 1 : 35700 .

Se seleccionó un área donde el cauce presenta tramos rectos y cercana a un punto fijo marcado en la plancheta IGM. Se recorrió todo el lugar y finalmente fue escogido un tramo aguas arriba de la desembocadura del arroyo Matadero, perfectamente encausado, con márgenes poco elevadas y desprovistas de vegetación arbórea. Esto último es importante para la lectura con instrumental óptico.

Para realizar la batimetría, se utilizó una ecógrafa instalada sobre lancha. La embarcación se desplazó a baja velocidad para cubrir la sección transversal del cauce, comenzando por la margen izquierda y alineándose con dos jalones ubicados en la margen derecha.

Sobre esta misma margen, y a una distancia de 75 m aguas abajo, se ubicó el teodolito. A intervalos regulares se posicionó la lancha mediante la lectura de ángulos . Cada posición quedó reflejada en la faja de medición de la ecógrafa.

Con respecto a los flotadores, se utilizaron recipientes plásticos lastrados visibles desde la costa. Se definieron cuatro líneas de corriente, concordantes con la morfología del cauce definido por el registro de la ecógrafa.

Para cada una de las trayectorias, se midió el tiempo empleado por los flotadores en recorrer distancias de 25 m. La visualización se realizó desde posiciones ubicadas en la costa. A partir de lo anterior se obtuvo un promedio para cada trayectoria.

El siguiente cuadro muestra los valores obtenidos de velocidades superficiales:

Cuadro 11: Velocidades Superficiales de Líneas de Corriente

Trayectoria	1er Tramo (m/s)	2 do Tramo (m/s)	3 er Tramo (m/s)	Promedio (m/s)
1	0,35	0,29	1,04	0,50
2	0,52	0,93	0,64	0,70
3	0,60	0,92	0,64	0,70
4	0,44	0,38	0,40	0,40

Con la información relevada por la ecógrafa, se confeccionó una sección idealizada del cauce, respetando las formas originales. A partir de ello se calcularon las distintas áreas.

A continuación se presenta la sección idealizada.

Cuadro 12: Secciones Parciales Cauce idealizado

Secciones	Área (m ²)
Ω1	15,00
Ω2	52,50
Ω3	89,25
Ω4	184,45
Ω5	52,95
Ω Total	394,15

El cálculo de la velocidad media para ese estado del río, fue estimado a partir de la velocidad media superficial. Éste a su vez, se determinó por el método de ponderación de áreas.

A cada una de velocidades superficiales definidas por la trayectoria de los flotadores, se le asignó un área del cauce. La velocidad media superficial corresponde a la sumatoria de todos los productos velocidad . área ponderada.

Este valor medio de velocidades superficiales fue luego afectado por un coeficiente de 0,8 que es utilizado comúnmente en la bibliografía.

Cuadro 13 : Secciones Parciales y Cálculo de la Velocidad Media

Secciones	Área ponderada (m ² /m ²)	Velocidad Flotador (m/s)	Producto Ω . V (m/s)
Ω1	0,039	0,5	0,0195
Ω2	0,133	0,5	0,0665
Ω3	0,226	0,7	0,1582
Ω4	0,467	0,7	0,3269
Ω5	0,135	0,4	0,0540
V media Sup.			0,6251
V media Cauce			0,500

A efectos de la verificación de los valores de velocidad media obtenidos a campo, se utiliza el método de Manning; muy utilizado en estudios preliminares de hidráulica fluvial. Para su aplicación deben considerarse fundamentalmente tramos rectos donde se verifique la ecuación de continuidad.

La ecuación es:

$$V = \frac{I^{1/2} \cdot R^{2/3}}{n}$$

donde

V: velocidad media del canal

I : Pendiente del fondo del canal, en m/m

R: Radio hidráulico

Para aplicar la ecuación se procede a elegir valores medios de pendiente. Se utilizaron distintos valores, por un lado la pendiente del Río Paraná, (10^{-5}) y por otro datos de pendiente locales ($8 \cdot 10^{-5}$).

El radio hidráulico es aproximadamente igual a la profundidad media del cauce. Dicho valor es igual a 3 m, resultando de la relación entre superficie transversal y ancho.

El coeficiente de rugosidad de Manning fue estimado teniendo en cuenta las características del cauce y valores existentes en la bibliografía.

Cuadro 14 : Estimación de Velocidad Media del Cauce por método de Manning

Coeficiente n	I (m/m)	Tirante (m)	V media (m/s)
0,035	0,0001	3,0	0,594
0,035	0,00008	3,0	0,532
0,040	0,0001	3,0	0,520

La v media del cauce adoptada es de **0,52 m/s**, teniendo en cuenta los datos antes presentados.

El caudal medio del Río Coronda en la zona de aforo el 26/10/96 es:

$$Q \text{ medio} = 0,52 \text{ m/s} \times 394,15 \text{ m}^2 = \mathbf{204,9 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Para el presente estudio no interesan las condiciones de máximas crecidas sino por el contrario los períodos de estiaje.

La altura del Río Paraná, según escala del hidrómetro ubicado en el puerto, para el día en que se realizaron las mediciones fue de 3,7 m. Según se describe en el trabajo Convenio CFI-Pcia de Santa Fe, 1996, se puede aceptar que existe una relación lineal entre las alturas del puerto y la altura del Río Coronda en la región de estudio para las épocas de estiaje (no así en crecidas),

Si se considera la serie 1970-1996 de las alturas del río en el puerto de Santa Fe, 1,5 m es el mínimo valor registrado. Por lo tanto, con el supuesto de linealidad, en la sección utilizada como aforo, el Río Coronda tendrá 2,2 m menos, o sea una profundidad media de 1,36 m. Este valor se determinó relacionando superficie transversal con ancho del cauce, como fue mencionado anteriormente.

Por lo tanto los caudales mínimos alcanzados según la serie analizada y con el supuesto de linealidad se presentan en el siguiente cuadro.

Coeficiente n	l (m/m)	Tirante (m)	V media (m/s)	Q medio (m ³ /s)
0,035	0,00008	1,36	0,313	41,82
0,040	0,0001	1,36	0,307	40,92

Si se adoptara la decisión de regar la superficie neta total del área (sin incluir la Zona VIII), que es de 1.650 ha; y considerando que:

- a) la máxima demanda de agua es de 1,74 m³/s según se estimó en el ítem anterior,
- b) Se adopta una eficiencia global del sistema de riego en toda la zonal de 0,5,

Esto significa que debería extraerse del Río -como máximo- 3,5 m³/s. Esto representa -aproximadamente- el 9% del caudal mínimo del Río. Dicho valor puede reducirse si se mejora la eficiencia global de riego.

8. CONCLUSIONES

- 1) El área productiva con cultivo de frutilla en la región de estudio, comprende una superficie neta total de 1650 ha.
- 2) En la región de estudio, la serie Coronda (CDA) comprende la mayor proporción de suelo. Su capacidad de uso es Apta con restricciones. Dichas restricciones están referidas a fertilidad y retención de agua.
- 3) En los suelos de esta serie, la CE de la solución del suelo llega a concentrarse entre 3,7 y 5 veces la CE del agua de riego, según la frecuencia de riego.
- 4) El clima de la región es de transición entre húmedo y seco, con leves déficit hídricos. Estos déficit aún por pequeños que sean, provocan merma de producción en cultivos hortícolas.
- 5) El cultivo de frutilla es extremadamente sensible a la salinidad.
- 6) Las aguas subterráneas de la región en general tienen severas limitaciones para poder ser utilizadas en dicho cultivo.
- 7) En épocas de menor precipitación se concentran las sales en el acuífero.
- 8) Con métodos de riego localizado, un erróneo manejo de la frecuencia de riego, provoca un sensible aumento de la concentración de sales en el suelo.
- 9) Las aguas del Río Coronda son no salinas (CE < 0,3 dS/m).
- 10) Los bañados del Río, próximos a la Zona VII, presentan problemas de calidad y cantidad en ciertas épocas del año.
- 11) La cantidad de agua a extraer del río, suponiendo que se riegue la totalidad de la superficie, no afecta el caudal mínimo, aún en épocas de estiajes extraordinarios.
- 12) El Criterio de Zonificación permite homogeneizar áreas con similitud de problemas de aguas, suelos y ubicación geográfica.

9. AGRADECIMIENTOS

Los autores de este Informe agradecen especialmente la colaboración, aporte de experiencia e información de las siguientes personas :

Jorge de Orellana, investigador del CONICET, profesor de Edafología FAVE (UNL).
Eduardo Scaglia, ingeniero Agrónomo, Jefe Agencia Extensión INTA Santa Fe .
Marta Castiglioni, Jefa Sección Procesamiento de Muestras Laboratorio de Aguas, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Industria y Comercio de la provincia de Santa Fe.
Norberto Gariglio, ingeniero Agrónomo, profesor de fruticultura, FAVE (UNL)
Felipe Franco, ingeniero en Recursos Hídricos, docente FICH (UNL)

10. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Actas de la 5a. Reun. Arg. de la Ciencia del Suelo: 716-726. Santa Fe, Asoc. Arg. de la C. del Suelo. 1970. 755 pp.
- Albregts, E.E. and Howard, C.M.; 1978. Elemental Composition of Fresh Strawberry Fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(3):293-296.
- Albregts, E.E. and Howard, C.M.; 1980. Accumulation of Nutrients by Strawberry Plants and Fruit Grown in Annual Hill Culture. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105(3):386-388E.E.
- Albregts et al., 1991. Preplant Fertilization of Fruiting Microirrigated Strawberry. *HortScience* 26(9):1176-1177.
- Albregts, E.E.; Howard, C.M.; Chandler, C.K.. 1991. Effect of High N Rates on Fruiting Strawberry. *Crop Sci. Soc. Fla. Proc.* 50:134-136.
- Ayers, R.S. y Westcot, D.W., 1987. La calidad del agua en la Agricultura. Serie FAO Riego y Drenaje N° 29 rev1. Roma, Italia
- Bertoldi de Pomar, H.L., 1969. Notas preliminares sobre la distribución de los minerales edafógenos de la Prov. de Santa Fe.
- Bojanich Marcovich, E.. 1996. Riego de cultivos con agua subterránea. Inédito. Fac. Ing. y Cs. Hídricas (U.N.L). 6 pp.
- Cáceres, L.M., 1980. Caracterización climática de la Prov. de Santa Fe. Min. Agr. y Gan., D.G. Suelos y Aguas. 35 pp.
- Censo Hortícola en el Departamento San Jerónimo. Pcia. Santa Fe, 1993/94. MAGIC-INTA-IPEC- SAGyP.
- Cerana, L.A.; Manzi, R. ; Gruner, A.. 1960. Estudio experimental sobre el punto de porcentaje de marchitamiento permanente. Clasificación de los suelos salinos. Santa Fe, Min. De Agricultura y Ganadería, D.G. de Suelos y Química Agrícola. 75
- Canovas Cuenca, J., 1990. Calidad agronómica de las aguas de riego.(4a. Edic. revisada Mundi Prensa. Madrid. 53 pp.

- Convenio Bilateral CFI -Pcia. Santa Fe, 1996. Estudio de un canal para riego en Sector Sur de Coronda.
- Doorenbos, J. y Pruitt, W.O. 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje No 24. Roma.
- Gollán, J. y D.A. Lachaga, 1939. Aguas de la Provincia de Santa Fe. Min. de Instr. Públ. Instituto Experimental de Investigación y Fomento Agrícola Ganadero, Departamento de Química Agrícola y Edafología. 384 pp.
- Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas. Convenio Argentino Alemán de Agua Subterránea. Recursos de Agua Subterránea y su Aprovechamiento en la Llanura Pampeana y en el valle del Conlara. Tomo 1, 1975. Buenos Aires.
- INTA Rafaela, 1990. Carta de Suelos de la República Argentina. Hojas 360 - 1 y 2: Gálvez - Barrancas. 138 páginas + 6 mapas de suelos, escala 1:50.000, sobre fotografías aéreas.
- INTA Rafaela, 1991. Carta de Suelos de la República Argentina. Hojas 3160 - 31 y 32: San Carlos - Coronda. 192 páginas + 6 mapas de suelos, escala 1:50.000, sobre fotografías aéreas.
- Iriondo, M. H., M. Mussetti y G. Real, 1987. Geomorfología del área de Coronda. Ministerio de Agricultura y Ganadería - Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe.
- Manzi, R. y J.I. Maciel, 1959. Corografía de las islas del río Paraná. Universidad Nacional del Litoral. Instituto del Profesorado. Public. serie Santa Fe, N° 1. 19 pp.
- Maas, E.V. and Hoffman, G.J. 1977. Crop salt Tolerance - Current Assessment. J. Irrig. and Drainage, División ASCE 103(IRZ): 115-134.
- Medina San Juan, J/A.; 1988. Riego por Goteo. Teoría y Práctica. Mundi-Prensa, 3ª ed.
- Orellana, J.A. de y L.J.J. Priano, 1978. Origen y distribución de los suelos santafesinos. FAVE 1 (3): 129-166.
- Orellana, J.A. de, L.J.J. Priano y A.A. De Petre, 1974. Esquema de los suelos de la provincia de Santa Fe (Al N. del río Carcarañá. Rev. Asoc. Cienc. Nat. Lit. N° 5: 71-78.
- Oster, J.D., 1994. Review Article of Irrigation with poor quality waters. Agr. Water Manag. 25:271-297
- Papadopoulos, A.P. 1987. Nitrogen Fertigation of Greenhouse-grown Strawberries. Fertilizer Research 13:269-276.
- Papadopoulos, A.P. and Ormrod, P.D., 1989. Plant Spacing effects on Yield of the Greenhouse Tomato. Can. J. Plant Sci. 70:565-573.
- Peña, E.J. de la, L.J.J. Priano y J.A. de Orellana. 1961. Clasificación de los suelos del distrito Coronda (Dep. San Jerónimo). Santa Fe, Ministerio de Agricultura y Ganadería; Dirección General de Suelos y Química Agrícola. 28 pp. s.n.t.
- Peña, E.J. de la, L.J.J. Priano y J. A. de Orellana, 1961. Suelos del distrito Coronda. II: Clasificación según su aptitud agrícola. Santa Fe, Ministerio de Agricultura y Ganadería; Dirección General de Suelos y Química Agrícola. 6 pp.
- Pizarro, F. 1985. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. (2a. Ed.). Editorial agrícola española. 542 pp.
- Pocoví, A. 1947. Petrografía de los suelos de Santa Fe. Santa Fe, Min. de Trab. y Econ. Instituto Experimental de Investigación y Fomento Agrícola Ganadero. 107 pp.
- SAGYP (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca)-INTA-MAGIC-IPEC, 1995. Censo hortícola del Departamento San Jerónimo (Prov. de Santa Fe). Campaña agrícola 1993/94.
- Vermeiren, L. y Jobling, G.A.; 1986. Riego Localizado. Estudio FAO: Riego y Drenaje No 36. Roma.

10. APENDICE

Argiudol típpico Serie Arocena Descripción del perfil típico :

Horiz.	Prof. (cm)	Color	Textura	Estructura	Consistencia	Raíces	Límite	Otros
A1	0-30	Seco: pardo grisáceo (10YR 5/2) Húmedo : pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2)	Franco arcillo limoso liviano	Bloques subangulares, finos y débiles El A1p tiene estructura granular	Duro y friable, ligeramente plástico a plástico, ligeramente adhesivo a adhesivo.	Abundantes	Claro y suave	
B1	30-42	Seco: pardo (10YR 5/3) Húmedo: pardo a pardo oscuro (10YR 4/3)	Franco limoso	Bloques subangulares medios y moderados	Duro a muy duro, friable a firme, plástico y adhesivo.	Abundantes	Claro y suave a ligerame nte ondulado	
B21t	42-75	Seco: pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/3,5) Húmedo: pardo oscuro (7,5YR 3/3,5)	Arcillo limoso	Prismas irregulares, medios y fuertes que rompen en bloques angulares, regulares, medios y fuertes.	Muy duro , muy firme a firme, muy plástico y muy adhesivo.	Comunes	Claro y suave	Barnices: arcillosos, muy abundantes y húmicos de escaso a abundantes
B22t	75-96	Seco: pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4) Húmedo: pardo a pardo oscuro (10YR 3,5/4)	Arcillo limoso liviano	Bloques angulares, regulares medios y fuertes, escasos bloques cuneiformes, slickensides escasos..	Muy duro a duro, firme, muy plástico a plástico, muy adhesivo a adhesivo	Comunes	Claro y suave	Barnices arcillosos, de abundantes a muy abundantes y escasos húmicos.
B23t	96-1174	Seco: pardo (7,5YR 4,5/4) Húmedo: pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4)	Franco arcillo limoso	Bloques subangulares, medios y moderados.	Duro, friable, plástico a muy plástico, adhesivo a muy adhesivo	Escasas	Gradual y suave	Barnices: arcillosos, de escasos a abundantes y muy escasos húmicos
B3	117-146	Seco: pardo (7,5YR 5/4) Húmedo: pardo (7,5YR 4,5/4)	Franco limoso pesado	Bloques subangulares, medios y débiles.	Ligeramente duro, friable a muy friable, plástico y adhesivo	Escasas	Gradual y suave	
C1	146-+190	Seco: pardo claro (7,5YR 6/4) Húmedo: pardo a pardo claro (7,5YR 5/5,4)	Franco limoso	Masivo	Blando muy friable, ligeramente plástico a ligeramente adhesivo	Escasas		

Serie: **AROCENA**

Datos Analíticos del perfil típico

Latitud: 31° 59' S

Longitud: 61° 00' 03" W

Altitud: 32,5 m s.n.m.

HORIZONTE	A1	B1	B21t	B22t	B23t	B3	C1
Profundidad (cm)	0-30	30-42	42-75	75-96	96-117	117-146	146-190
Materia orgánica (%)	2,12	1,30	0,85	0,65	0,33	0,13	
C orgánico (%)	1,23	0,75	0,49	0,38	0,19	0,08	
N total (%)	0,112	0,077	0,066	0,053	0,042	0,029	0,023
Relación C/N (%)	11	10	7	7	55	3	
Arcilla, < 2 μ (%)	27,1	34,2	54,5	42,4	37,6	27,3	21,0
Limo, 2 - 20 μ (%)	31,6	30,1	20,5	28,6	31,4	33,1	36,5
Limo, 2- 50 μ (%)	66,1	59,2	41,6	53,4	56,6	65,1	69,2
Arena:							
muy fina, 50-100 μ (%)	4,9	4,9	2,8	3,2	4,6	6,0	5,1
fina, 100-150 μ (%)	1,6	1,5	0,9	0,9	1,0	1,5	4,6
media, 250-500 μ (%)	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1
Resistencia pasta (Ohms)	5232	3456	1579	1727	1974	2220	2517
Conduct. (mmhos/cm)							
pH pasta (1 : 1)	6,3	6,5	6,5	7,1	7,2	7,3	7,4
pH agua (1 : 2,5)	6,4	6,7	6,8	7,3	7,5	7,5	7,5
pH 1N KCl (1 : 2,5)	5,2	5,3	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Cat. inter., m.e./100g							
Ca ⁺⁺	10,7	1,9	20,7	17,7	15,4	14,5	14,0
Mg ⁺⁺	0,4	0,6	1,5	2,3	3,1	1,7	1,6
Na ⁺	0,3	0,3	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
K ⁺	1,0	1,0	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4
H ⁺	2,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Na ⁺ , % de T	2,1	2,0	2,0	2,2	1,9	2,1	2,2
Suma bases (S)	12,4	13,8	24,2	22,0	20,3	18,0	17,4
C.I.C. m.e./100g (T)	14,4	15,5	26,5	24,5	21,4	19,4	19,4
Sat. bases, % (S/T)	86	89	91	90	95	93	88

Natracualf típico Serie Colastiné

Descripción del perfil típico :

Horiz.	Prof. (cm)	Color	Textura	Estructura	Consistencia	Raíces	Límite	Otros
A2p	0-17	Seco: gris pardusco claro (10YR 6/2) Húmedo: pardo grisáceo oscuro (10YR 3/2)	Franco limoso l	Masivo y densificado	Duro a muy duro en seco, friable a muy friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo		Abrupto y suave.	Moteados: comunes, finos y precisos
B21t	17-44	Seco: pardo (7,5YR 4,5/3) Húmedo: pardo pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/3)	Arcillo limoso	Prismas irregulares, medio y moderados, que rompen en bloques subangulares medios a finos y moderados	Muy duro y firme, muy plástico y muy adhesivo.		Gradual	Barnices: arcillosos muy abundantes y húmicos muy abundantes. Moteados: comunes, precisos y finos
B22t	44-69	Seco: pardo (7,5YR 5/4) Húmedo: pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4)	Arcillo limoso liviano	Bloques angulares cu-neiformes medios y moderados.	Muy duro a duro, firme a friable, muy plástico a plástico y muy adhesivo a adhesivo.		Gradual	Barnices: arcillosos abundantes y húmicos escasos.
B23t	69-115	Seco: pardo a pardo claro (7,5YR 5,5/4) Húmedo: pardo (7,5YR 4,5/4)	Franco limoso pesado	Bloques subangulares, medios y moderados	Muy duro y firme, plástico a muy plástico y adhesivo a muy adhesivo.		Gradual	Barnices arcillosos escasos, sectores cementados
B3	115-155	Seco: pardo claro a pardo rojizo (7,5YR 6/5) Húmedo: pardo claro (7,5YR 5/5)	Franco limoso	Bloques subangulares medios a finos, débites a moderados.	Ligeramente duro y friable, plástico a ligeramente plástico y ligeramente adhesivo.		Gradual	Moteados: comunes, precisos y finos.
C1	155-210	Seco: pardo rojizo (7,5YR 6/6) Húmedo: pardo fuerte (7,5YR 5/6)	Franco limoso	Masivo.	Blando, muy friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo		Abrupto	
C2ca	210 - +230	Seco: pardo rojizo (7,5YR 6,5/6) Húmedo: pardo fuerte a pardo rojizo (7,5YR 5,5/6)	Franco limoso	Masivo	Blando, muy friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo			Reacción violenta de carbonatos en la masa. Concreciones de carbonatos abundantes y gruesa: cementaciones y durinódulos.

Serie: COLASTINÉ

Datos Analíticos del perfil típico

Latitud: 32° 05' 29" S

Longitud: 60° 59' 19" W

Altitud: 26,25 m s.n.m.

HORIZONTE	A2p	B21t	B22t	B23t	B3	C1	C2ca
Profundidad (cm)	0-17	17-44	44-69	9-115	115-155	155-210	210-+230
Mat. orgánica (%)	2,4	1,9	0,8	0,5	0,3	0,1	0,1
C orgánico (%)	1,4	1,1	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1
N total (%)	0,111	0,103	0,053	0,036	0,026	0,022	0,018
Relación C/N (%)	12	11	9	8	7	4	3
Arcilla, < 2 μ (%)	20,0	50,0	43,0	25,9	22,1	20,5	
Limo, 2 - 20 μ (%)	39,3	21,5	23,5	30,2	34,9	34,2	
Limo, 2- 50 μ (%)	67,5	43,5	51,6	66,3	71,2	68,8	
Arena:							
muy fina, 50-100 μ (%)	8,0	4,2	3,5	5,4	4,9	7,8	7,5
fina, 100-150 μ (%)	3,7	1,9	1,6	2,0	1,5	2,5	4,9
media, 250-500 μ (%)	0,8	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,8
Resistencia pasta (Ohms)	2836	548	405	375	385	527	760
Conduct. (mmhos/cm)		2,9	3,7	5,9	4,6	3,2	1,1
pH pasta (1 : 1)	6,3	7,4	7,7	7,8	7,9	8,4	9,0
pH agua (1 : 2,5)	6,4	7,5	7,9	8,0	8,2	8,6	8,0
pH 1N KCl (1 : 2,5)	5,9	6,3	6,6	6,9	7,0	7,2	7,7
Cat. inter., m.e./100g							
Ca ⁺⁺	8,0	15,6	12,5	11,4	8,6	8,4	12,0
Mg ⁺⁺	0,4	5,6	5,7	2,3	3,1	2,3	3,0
Na ⁺	1,0	6,4	6,5	6,4	7,8	8,2	10,6
K ⁺	0,9	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,8
H ⁺	2,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Na ⁺ , % de T	8,0	22,0	24,0	29,0	37,0	39,0	40,0
Suma bases (S)	10,3	28,9	26,1	21,6	21,0	20,4	27,4
C.I.C. m.e./100g (T)	12,1	29,7	26,7	21,9	21,1	21,1	26,6
Sat. bases, % (S/T)	85	97	98	99	100	97	100

Hapludalf Psamacuéntico Tapto Argico Serie Coronda Descripción del perfil típico :

Horiz.	Prof. (cm)	Color	Textura	Estructura	Consistencia	Raíces	Límite	Otros
Ap	0-25	Seco: pardo claro (10YR 4,5/3) Húmedo : pardo a pardo oscuro (10YR 4,5/3)	Arenoso franco	Grano simple, suelto	No plástico y no adhesivo.	Muy abundantes	Abrupto y suave	
IIB21	25-34	Seco: pardo grisáceo a gris pardusco claro (10YR 5,5/2) Húmedo: pard. grisac. oscuro (10YR 4/2)	Franco arenoso	Bloques subangulares medios y débiles	Duro y muy friable a friable, ligeramente plástico a no plástico y de ligeramente adhesivo a no adhesivo.	Abundantes	Claro a abrupto y suave	Barnices arcillosos escasos y abundantes, húmicos muy finos Moteados abundantes, precisos y finos
IIB22	34-63	Seco: pardo grisáceo a gris pardusco claro (10YR 5,5/2) Húmedo: pardo oscuro a pardo grisáceo (10YR 4,5/2)	Franco arcilloso	Bloques subangulares, medios a finos y débiles a grano simple.	Duro y de muy friable a friable, no plástico a ligeramente plástico, no adhesivo a ligeramente adhesivo.	Comunes		Barnices: arcillosos, escasos y finos. Moteados: comunes, precisos, de finos a medios Lamelas abundantes y muy finas
IIB3	63-83	Seco: pardo a pardo claro (10YR 5,5/3) Húmedo: pardo (10YR 5/3)	Arenosa franca	Bloques subangulares, finos y muy débiles a grano simple.	Ligeramente duro y muy friable, no plástico a ligeramente plástico y no adhesivo a ligeramente.	Escasas	Abrupto y suave	Barnices: arcillosos, escasos y finos Moteados: escasos, débiles y finos.
IIIB2	83-134	Seco: pardo a pardo oscuro (7,5YR 3/3) Húmedo: pardo oscuro (7,5YR 3/3)	Franco arcillo arenoso	Bloques angulares, irregulares, medios y moderados.	Muy duros a duro, friable a firme, plástico y adhesivo	Escasas		Barnices: arcillosos, abundantes Moteados: comunes, precisos y finos
IIIB3	134-180	Seco: pardo (7,5YR 5/4) Húmedo: pardo (7,5YR 4,5/4)	Franco arenosa	Bloques angulares a subangulares, irregulares, medios y débiles.	Ligeramente duro a duro, friable no plástico a ligeramente plástico y de no adhesivo a ligeramente adhesivo	Escasas	Claro y suave	Barnices: arcillosos, escasos Moteados: escasos, precisos y finos Sectores cementados creando una mayor resistencia a los agregados
IIIC	180-210	Seco: pardo fuerte a pardo rojizo (7,5YR 5,5/6) Húmedo: pardo fuerte (7,5YR 5/5,5)	Franco arenosa	Grano simple	Ligeramente duro a blando, muy friable, no plástico a ligeramente plástico y adhesivo a ligeramente adhesivo			

Serie: **CORONDA**

Datos Analíticos del perfil típico

Latitud: 32° 02' 23" S

Longitud: 60° 56' 20" W

Altitud: 126,0 m s.n.m.

HORIZONTE	AP	IIB21	IIB22	IIB3	IIIB2	IIIB3	IIIC
Profundidad (cm)	0-25	25-34	34-63	63-83	83-134	134-180	180-+210
Mat. orgánica (%)	0,8	0,8	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4
C orgánico (%)	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
N total (%)	0,047	0,029	0,030	0,023	0,039	0,016	0,011
Relación C/N (%)	10	15	9	9	8	16	22
Arcilla, < 2 μ (%)	5,4	11,2	10,7	10,9	23,9	17,1	13,1
Limo, 2 - 20 μ (%)	5,8	6,9	5,3	7,6	8,1	5,7	3,6
Limo, 2- 50 μ (%)	10,9	15,1	16,5	16,9	17,2	14,4	10,2
Arena:							
muy fina, 50-100 μ (%)	4,5	4,2	4,6	4,7	4,2	4,9	4,3
fina, 100-150 μ (%)	43,6	38,8	37,8	36,7	30,5	36,8	41,4
media, 250-500 μ (%)	34,6	29,7	29,4	29,8	23,6	26,0	30,0
Resistencia pasta (Ohms)	1621	4255	8509	4761	3799	5062	6382
Conduct. (mmhos/cm)							
pH pasta (1 : 1)	6,8	6,8	6,6	6,4	6,2	6,2	6,6
pH agua (1 : 2,5)	6,8	6,9	6,8	6,5	6,3	6,3	6,7
pH 1N KCl (1 : 2,5)	6,5	6,6	6,4	6,0	5,6	6,0	6,5
Cat. inter., m.e./100g							
Ca ⁺⁺	3,2	3,4	2,8	2,6	8,2	6,1	4,3
Mg ⁺⁺	0,2	0,4	0,6	0,4	0,4	0,2	0,4
Na ⁺	0,3	0,5	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3
K ⁺	0,5	0,7	0,8	0,6	0,4	0,2	0,3
H ⁺	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	1,0
Na ⁺ , % de T	5,8	8,3	8,8	5,1	4,3	3,8	4,8
Suma bases (S)	5,2	6,0	5,7	5,9	11,5	7,8	6,3
C.I.C. m.e./100g (T)	4,8	6,0	6,4	5,8	12,5	8,6	6,9
Sat. bases, % (S/T)							

Argiudol ácuico Serie Recreo Descripción del perfil típico :

Horiz.	Prof. (cm)	Color	Textura	Estructura	Consistencia	Raíces	Límite	Otros
A1	0-30	Seco: pardo a pardo grisáceo (10YR 5/2,5) Húmedo : pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2)	Franco limoso	Masivo a Granular	Duro a muy duro, friable, ligeramente plástico a plástico y ligeramente adhesivo a adhesivo	Comunes	Claro y suave.	Moteados: comunes, medios, precisos
AyB	30-46	Seco: pardop grisáceo a gris pardusco claro (10YR 5,5/2) Húmedo: pardo grisáceo muy oscuro a pardo grisáceo oscuro (10YR 3,5/2)	Franco limoso	Bloques subangulares muy finos y débiles a masivo	Duro a ligeramente duro, friable a muy friable, ligeramente plás-tico a plástico y ligeramente adhesivo a adhesivo	Comunes	Abrupto y suave	Moteados: abundantes, medios, precisos.
B21t	46-74	Seco: pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/2) Húmedo: pardo oscuro (7,5YR 3/4)	Arcillo limoso	Prismas medios y gruesos, medios y moderados	Extremadamente duro a muy duro, muy firme, muy plástico y muy adhesivo.	Comunes	Gradual irregular	Barnices: arcillosos muy abundantes y húmicos Moteados: abundantes gruesos y sobresalientes
B22t	74-102	Seco: pardo a pardo oscuro (7,5YR 4,5/3) Húmedo: pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/3)	Franco Arcillo limoso	Bloques angulares, medios y moderados.	Muy duro, firme a muy firme, muy plástico a plástico y muy adhesivo	Escasas	Gradual irregular	Barnices: arcillo-húmicos abundantes Moteados: abundantes gruesos y sobresalientes.
B23t	102-134	Seco: pardo claro(7,5YR 6/4) Húmedo: pardo (7,5YR 5/4)	Franco arcillo limoso	Bloques subangulares medios, moderados a débiles	Muy duro a duro, firme a muy firme, muy plástico a plástico y muy adhesivo a adhesivo.	Escasas	Gradual irregular	Barnices: arcillo-húmicos escasos Moteados: abundantes gruesos y sobresalientes
B3	134-163	Seco: amarillo rojizo (7,5YR 6/6) Húmedo: pardo fuerte (7,5YR 5/6)	Franco arcillo limoso liviano	Bloques subangulares, finos a medios y débiles	Duro, firme a friable, plástico a ligeramente plástico y adhesivo a ligeramente adhesivo		Gradual irregular	Moteados: abundantes gruesos y sobresalientes
C1	+163	Seco: pardo rojizo (7,5YR 7/6) Húmedo: pardo fuerte(7,5YR 6/8)	Franco limoso	Masivo	Ligeramente duro, muy friable			Moteados: abundantes gruesos y sobresalientes

Serie: **RECREO**

Datos Analíticos del perfil típico

Latitud: 31° 17' 40" S

Longitud: 60° 40' 41" W

Altitud: 18,7 m s.n.m.

HORIZONTE	A1	AyB	B21t	B22t	B23t	B3	C1
Profundidad (cm)	0-30	30-46	46-74	74-102	102-134	134-163	+163
Mat. orgánica (%)	1,79	1,15	0,73	0,53	0,44	0,22	0,21
C orgánico (%)	1,03	0,66	0,42	0,3	0,25	0,12	0,12
N total (%)	0,112	0,064	0,058	0,058	0,057	0,058	0,050
Relación C/N (%)	9	10	7	5	4	2	2
Arcilla, < 2 μ (%)	22,1	19,0	48,6	38,6	33,5	28,9	22,7
Limo, 2 - 20 μ (%)	29,1	29,3	28,6	23,3	25,8	28,4	32,2
Limo, 2- 50 μ (%)	58,8	60,0	39,5	47,8	52,1	55,8	59,8
Arena:							
muy fina, 50-100 μ (%)	11,6	13,1	7,3	8,5	7,0	9,3	10,3
fina, 100-150 μ (%)	6,8	6,9	4,1	2,5	6,6	5,4	6,6
media, 250-500 μ (%)	0,7	1,0	0,5	2,6	0,8	0,6	0,6
Resistencia pasta (Ohms)	7003	9104	2054	2477	3455	4015	2801
Conduct. (dS/m)							
pH pasta (1 : 1)	5,7	5,9	6,1	6,2	6,2	6,3	6,1
pH agua (1 : 2,5)	5,9	6,0	6,3	6,3	6,4	6,4	6,3
pH 1N KCl (1 : 2,5)	5,3	5,4	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
Cat. inter., m.e./100g							
Ca ⁺⁺	7,4	7,0	12,5	12,3	13,2	14,5	10,2
Mg ⁺⁺	1,9	2,8	1,9	2,0	2,5	1,9	2,0
Na ⁺	1,4	1,9	2,6	2,0	2,0	2,5	3,3
K ⁺	1,5	1,3	1,8	1,7	1,7	1,7	1,8
H ⁺	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	1,5	2,0
Na ⁺ , % de T	9,2	11,7	12,5	9,4	6,5	10,0	18,5
Suma bases (S)	12,2	13,0	18,8	18,0	19,4	20,6	17,3
C.I.C. m.e./100g (T)	15,1	16,2	20,8	21,3	21,0	20,8	17,8
Sat. bases, % (S/T)	81	80	90	85	92	100	100

Argialbol típico Serie San Fabián

Descripción del perfil típico :

Horiz.	Prof. (cm)	Color	Textura	Estructura	Consistencia	Raíces	Límite	Otros
A1	0-18	Seco: pardo grisáceo (10YR 5/2) Húmedo : pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2)	Franco limoso	Granular a bloques subangulares finos y débiles.	Duro y friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo		Claro y suave.	Moteados: escasos, finos y débiles
A2	18-25	Seco: gris pardusco (10YR 6/2) Húmedo: pardo grisáceo oscuro (10YR 4/23)	Franco limoso	Masivo.	Ligeramente duro a blando , muy friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo.		Abrupto y suave	Moteados: precisos y finos comunes,
B21t	25-54	Seco: pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/2) Húmedo: pardo oscuro (7,5YR 3/4)	Arcillo limoso pesado	Columnas medias y moderadas que rompen a bloques angulares, medios y moderados.	Muy duro y muy firme, muy plástico y muy adhesivo.		Gradual	Barnices: arcillosos muy abundantes y húmicos abundantes Moteados: comunes, precisos y finos.
B22t	54-84	Seco: pardo a pardo oscuro (7,5YR 4,5/3) Húmedo: pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/3)	Arcillo limoso	Bloques angulares, medios y moderados.	Muy duro a duro, firme a muy firme, muy plástico y muy adhesivo.		Gradual	Barnices comunes y húmicos escasos. Moteados: comunes, precisos y finos.
B23t	84-120	Seco: pardo (7,5YR 5/4) Húmedo: pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4)	Franco arcillo limoso	Bloques subangulares medios y moderados.	Muy duro y firme a muy firme, muy plástico a plástico y muy adhesivo a adhesivo.		Gradual	Barnices: arcillosos, escasos, sectores cementados.
B3	120-160	Seco: pardo a pardo fuerte (7,5YR 5,5/5) Húmedo: pardo claro (7,5YR 5/5)	Franco arcillo limoso	Bloques subangulares, medios a finos y de moderados a débiles	Duro y firme, plástico y adhesivo		Gradual	Sectores cementados
C1	160-210	Seco: pardo rojizo (7,5YR 6/6) Húmedo: pardo fuerte (7,5YR 5/6)	Franco limoso pesado	Masivo	Duro a ligeramente duro, friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo		Abrupto	Concreciones de carbonatos escasas y finas.
C2ca	210 +230	Seco: amarillo rojizo (7,5YR 6,5/6) Húmedo: pardo fuerte a amarillo rojizo (7,5YR 5,5/6)	Franco limoso pesado	Masivo	Blando y muy friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo			Reacción violenta de carbonatos en concreciones de carbonatos abundantes y medias.

Serie: **SAN FABIÁN**

Datos Analíticos del perfil típico

Latitud: 32° 05' 29" S

Longitud: 60° 59' 19" W

Altitud: 26,25 m s.n.m.

HORIZONTE	A1	A2	B21t	B22t	B23t	B3	C1	C2ca
Profundidad (cm)	0-18	18-25	25-54	54-84	84-120	120-160	160-210	210-+230
Mat. orgánica (%)	2,8	1,9	1,4	0,7	0,3	0,2	0,1	0,1
C orgánico (%)	1,7	1,1	0,8	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1
N total (%)	0,146	0,095	0,088	0,053	0,036	0,027	0,019	0,018
Relación C/N (%)	11	12	9	8	6	4	2	2
Arcilla, < 2 μ (%)	23,9	25,,1	55,0	46,6	30,6	33,1	20,3	
Limo, 2 - 20 μ (%)	35,1	30,7	21,9	25,1	29,2	28,6	34,2	
Limo, 2- 50 μ (%)	66,6	65,8	39,9	48,6	60,1	59,0	66,5	
Arena:								
muy fina, 50-100 μ (%)	6,2	4,8	3,3	3,1	6,9	4,9	8,3	7,1
fina, 100-150 μ (%)	2,8	3,8	1,5	1,4	2,1	1,7	4,3	4,9
media, 250-500 μ (%)	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	1,0
Resistencia pasta (Ohms)								
Conduct. (mmhos/cm)								
pH pasta (1 : 1)	6,3	6,3	6,7	6,7	7,1	7,1	7,3	8,0
pH agua (1 : 2,5)	6,5	6,5	6,8	7,0	7,3	7,3	7,5	8,2
pH 1N KCl (1 : 2,5)	5,5	5,3	5,4	5,7	5,5	5,1	5,7	7,4
Cat. inter., m.e./100g								
Ca ⁺⁺	9,7	9,7	18,0	16,8	13,7	12,2	12,8	17,0
Mg ⁺⁺	2,1	2,1	7,5	7,1	5,5	5,3	4,6	5,2
Na ⁺	0,6	0,7	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,9
K ⁺	1,3	0,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,4
H ⁺	2,0	3,0	2,1	2,1	2,1	2,1	1,0	0,0
Na ⁺ , % de T	4,0	4,0	4,5	4,6	5,0	5,0	5,0	7,6
Suma bases (S)	13,7	13,4	28,7	26,9	22,0	20,1	19,9	25,5
C.I.C. m.e./100g (T)	15,6	16,3	30,6	28,3	23,6	23,4	21,8	25,0
Sat. bases, % (S/T)	87	82	94	95	93	86	91	100

Perfil: Arjudol ácuico RECREO

Horizonte	A	E/B	Bt1	Bt2	Bt3	BC	C
Límite inf.(cm)	30	46	74	102	134	163	250
Densidad (g/cm ³)	1.37	1.4	1.3	1.32	1.35	1.35	1.38
Dens.part(g/cm ³)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
Cap.a campo (g%)	23.8	22.3	35	31	29	27	24.4
P.M.Perm. (g%)	7.9	6.7	18.4	15.2	13.2	11	8.3
Carbono org.(g%)	1.03	.66	.42	.3	.25	.12	.12
Nitróg. org.(g%)	.112	.064	.058	.058	.057	.058	.05
Arcilla (%)	22	19	49	39	34	29	23
CIC (meq/100 g)	15.1	16.2	20.8	21.3	21	20.8	17.3
pH (rel. 1:2.5)	5.9	6	6.3	6.3	6.4	6.4	6.3
P.Sat.Bases (%)	81	80	90	85	92	100	100
Al extr. (ppm)	0	0	0	0	0	0	0
CE (mmohs cm)	0	0	0	0	0	0	0
Moteados	2	3	3	3	3	3	3
Nódulos FeMn	1	1	1	1	1	1	1
Estructura	1	1	3	2	2	1	3
Consistencia	1	1	3	3	3	2	1
Barnices	1	1	3	3	1	1	1
Raíces	4	3	3	2	2	1	1
Roca, Cement, Napa	1	1	1	1	1	1	1
Porosidad total	.473	.462	.5	.492	.481	.481	.469
Macroporosidad	.147	.149	.045	.083	.089	.116	.133
Expansibilidad	1.6	2.5	7.86	9.84	10.88	20.81	16.81

Horizonte	Fa	Fe	Fg	Fk	FEG	Fb	Diagnóstico
A	1.26	1.00	1.00	1.00	1.26	4.00	0.31 +++
E/B	1.44	1.19	1.00	1.00	1.44	3.00	0.48 +++
Bt1	2.08	3.00	1.00	1.00	3.00	2.62	1.15
Bt2	1.82	2.71	1.00	1.00	2.71	2.29	1.18
Bt3	1.82	2.06	1.00	1.00	2.06	2.29	0.90
BC	1.44	1.57	1.00	1.00	1.57	1.44	1.09
C	1.44	1.73	1.00	1.00	1.73	1.44	1.20

Prof.Enraizable= 46 cm
 con Balance Hídrico: Con excesos y sequías

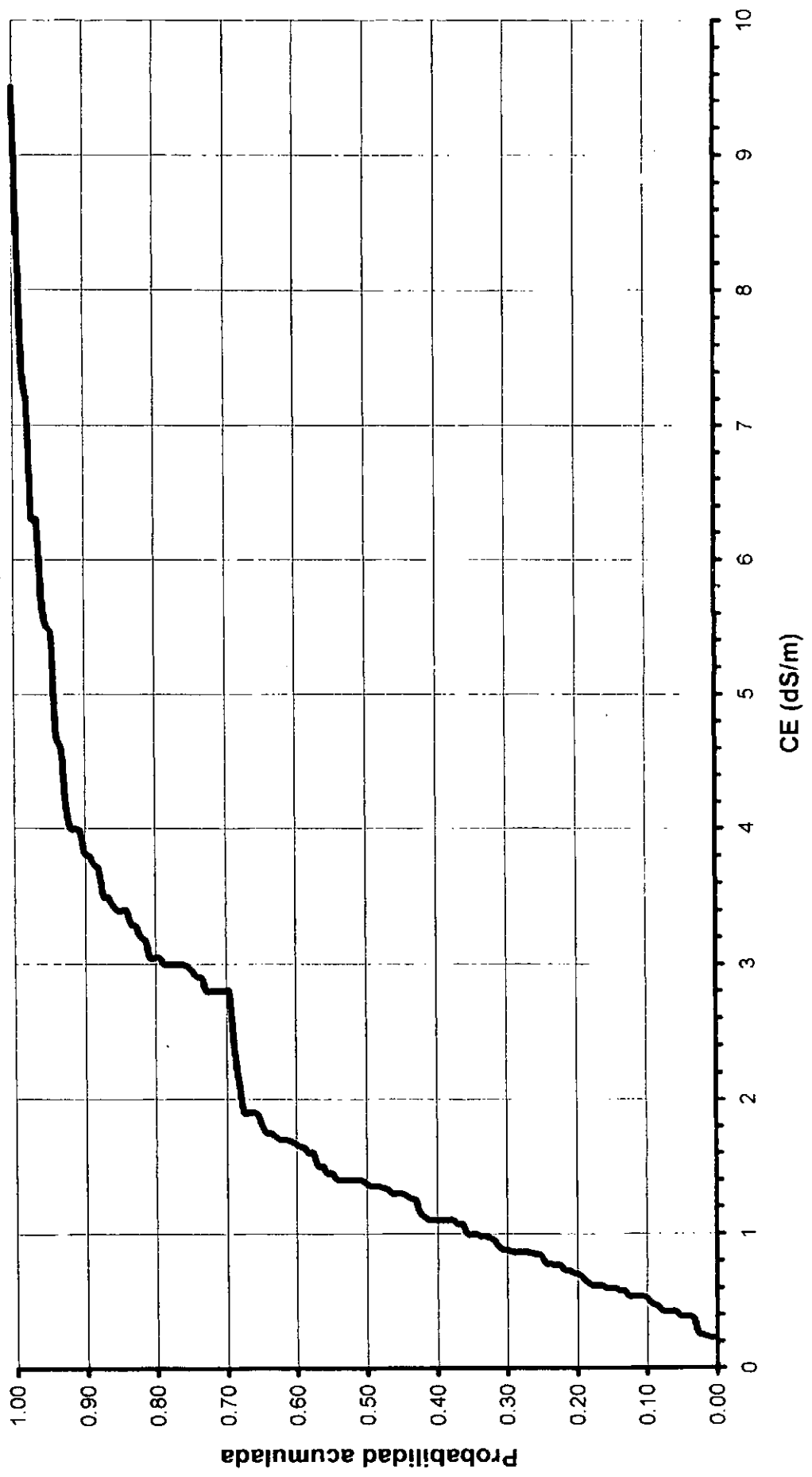
Perfil: Hapludol psamacuéntico

Horizonte	Ap	2B1	2B2	2B3	3B	3Bc	3C
Límite inf.(cm)	25	34	63	83	134	180	210
Densidad (g/cm ³)	1.65	1.6	1.6	1.58	1.53	1.6	1.62
Dens.part(g/cm ³)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
Cap.a campo (g%)	7.1	10.9	11.1	11.1	18.1	13.9	11.2
P.M.Perm. (g%)	2.7	4.1	4.1	4.1	8.8	6	4.7
Carbono org.(g%)	.5	.4	.3	.3	.3	.3	.3
Nitróg. org.(g%)	.047	.029	.03	.023	.019	.016	.011
Arcilla (%)	5	11	11	11	24	17	13
CIC (meq/100 g)	5	6	6	5.9	12	8.2	6.5
pH (rel. 1:2.5)	6.8	6.9	6.8	6.5	6.3	6.3	6.7
P.Sat.Bases (%)	80	83	82	66	83	87	84
Al extr. (ppm)	0	0	0	0	0	0	0
CE (mmohs cm)	0	0	0	0	0	0	0
Moteados	1	3	2	1	2	1	1
Nódulos FeMn	1	1	1	1	1	1	1
Estructura	1	1	1	1	1	1	1
Consistencia	1	2	1	1	3	1	1
Barnices	1	3	1	1	3	1	1
Raíces	5	4	3	2	2	2	1
Roca,Cement,Napa	1	1	1	1	1	1	1
Porosidad total	.365	.385	.385	.392	.412	.385	.377
Macroporosidad	.248	.21	.207	.217	.135	.162	.195
Expansibilidad	.81	1.87	2.59	2.57	5.72	3.9	2.97

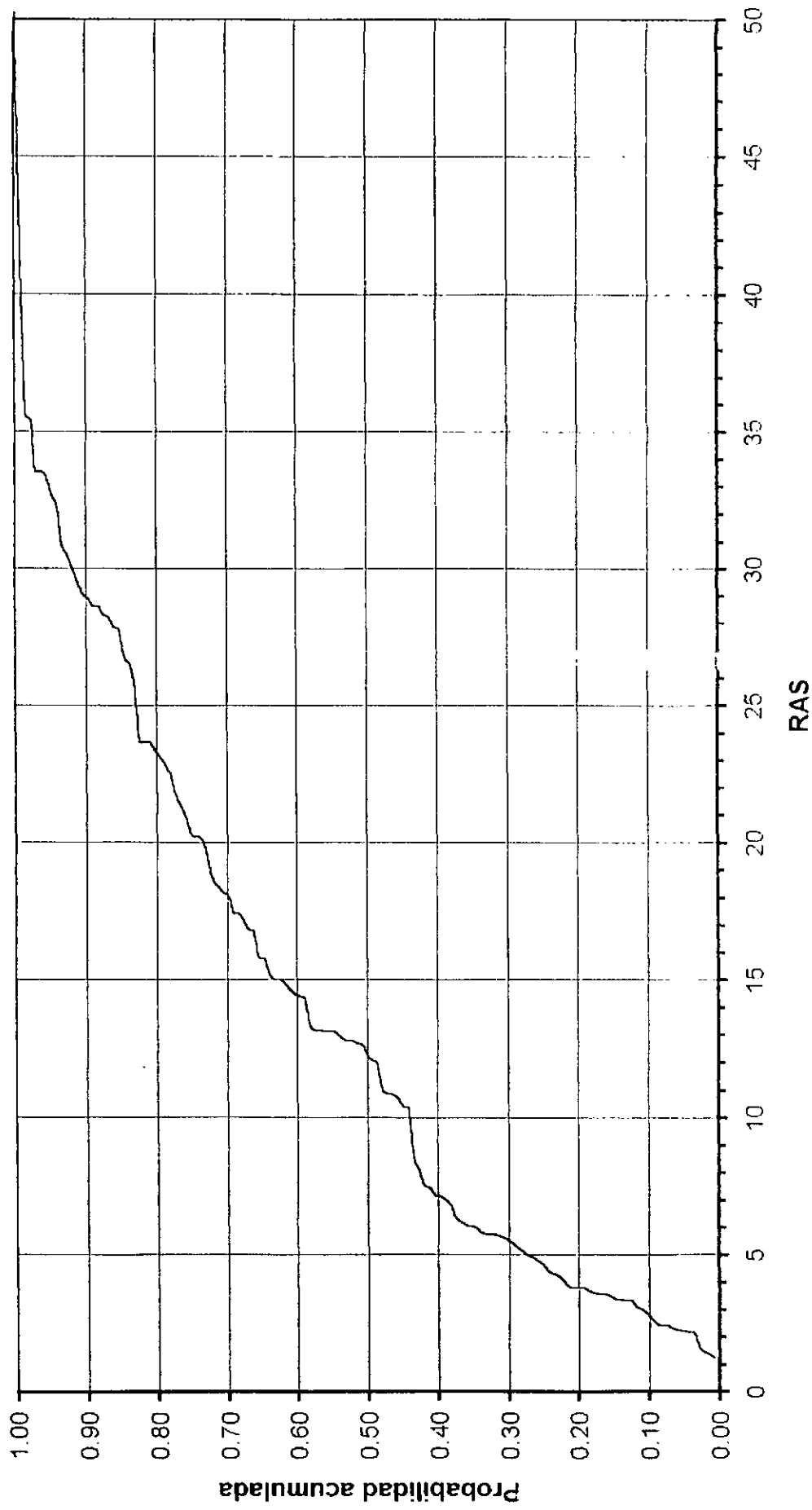
Horizonte	Fa	Fe	Fq	Fk	FEG	Fb	Diagnóstico
Ap	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.56	0.28 ++++
2B1	1.44	1.57	1.00	1.00	1.57	2.52	0.62 ++
2B2	1.26	1.19	1.00	1.00	1.26	2.29	0.55 ++
2B3	1.00	1.19	1.00	1.00	1.19	2.00	0.60 ++
3B	1.26	2.06	1.00	1.00	2.06	2.00	1.03
3Bc	1.00	1.19	1.00	1.00	1.19	2.00	0.60 ++
3C	1.00	1.19	1.00	1.00	1.19	1.26	0.94

Prof.Enraizable= 83 cm
 con Balance Hídrico: Con excesos y sequías

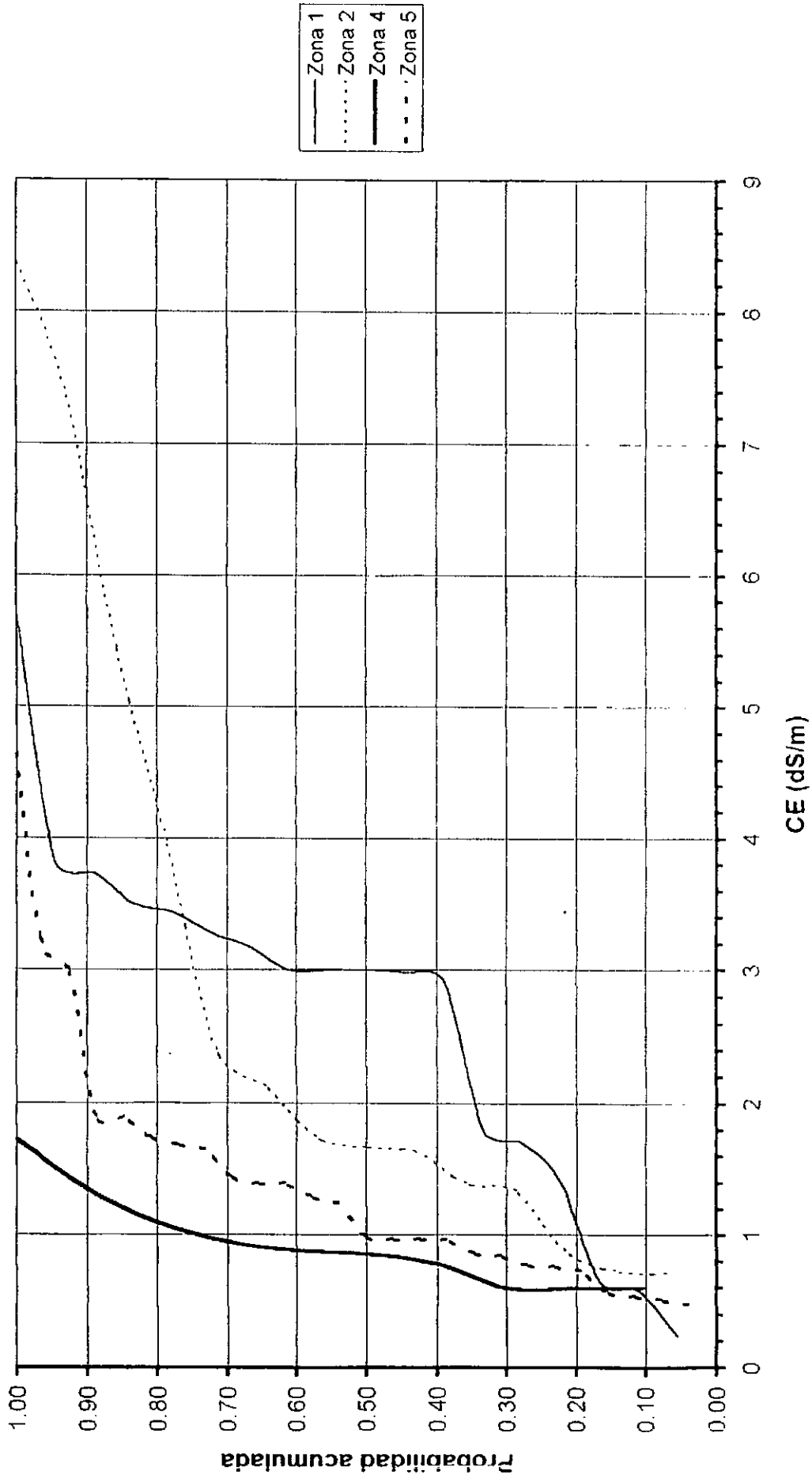
Calidad del agua para riego
(151 muestras)



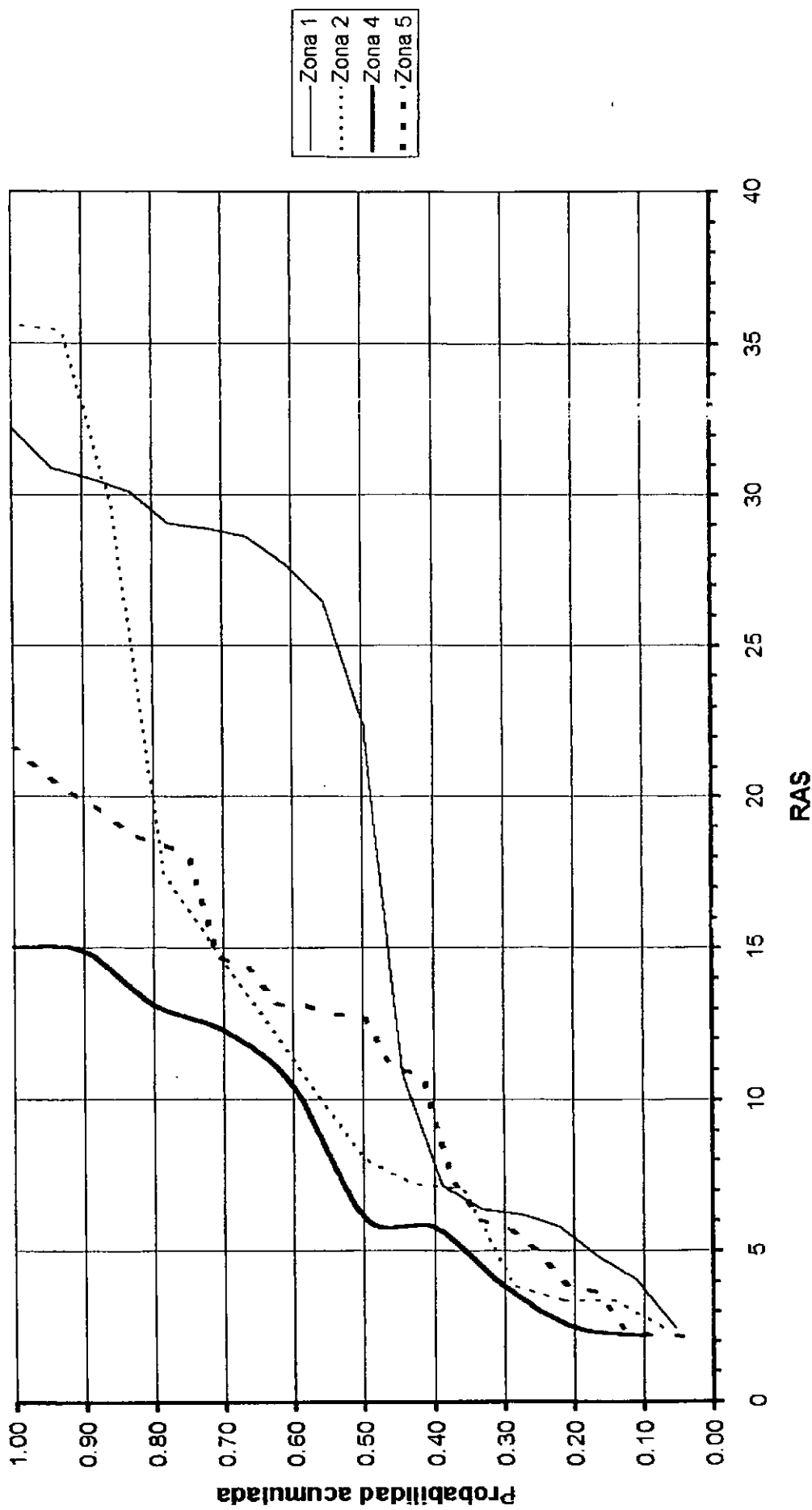
Calidad del agua para riego
(136 muestras)



Calidad del agua para riego



Calidad del agua para riego



ZONA 1 NUEVOS DATOS

Nº muestra	CEa	RAS	RAS °	CSR	Ca/Mg	P osmótico	
57	3.44	6.39	9.31	-11.12	1.89	-3.71	
58	3.17	30.10	25.14	11.56	1.22	-3.43	
59	2.91	30.88	24.18	12.51	1.22	-3.14	
60	0.64	6.22	4.35	-0.42	1.62	-0.69	
61	3.28	28.63	24.03	10.87	0.79	-3.54	
62	3.82	32.22	27.69	10.88	0.81	-4.12	
63	2.98	10.84	12.62	3.41	1.05	-3.22	
64	5.69	22.43	30.58	0.87	2.29	-6.14	
65	3.50	29.06	28.79	10.50	3.65	-3.78	
66	3.73	26.47	30.32	9.60	5.21	-4.03	
67	0.23	2.45	1.50	-0.09	4.26	-0.25	
68	0.58	5.81	4.42	0.80	1.09	-0.63	
69	3.00	30.55	29.07	9.03	1.15	-3.24	
70	1.80	4.04	5.45	-3.61	1.85	-1.94	
71	1.40	4.80	7.05	-4.94	3.10	-1.51	
72	1.70	7.15	7.88	2.26	0.78	-1.84	
73	3.00	28.90	27.51	9.62	1.15	-3.24	
74	3.00	27.70	26.45	8.01	0.99	-3.24	
Prom		2.66	18.59		4.43	1.90	-2.87
Desv	1.36474451	11.9011005		6.83188028	1.3099889	1.47392407	
Max		5.69	32.22		12.51	5.21	-0.25
Min		0.23	2.45		-11.12	0.78	-6.14

ZONA 2 NUEVOS DATOS

Nº muestra	CEa	RAS	RAS °	CSR	Ca/Mg	P osmótico	
75	0.73	2.45	1.42	0.24	1.09	-0.79	
76	0.88	10.34	8.18	2.24	1.67	-0.95	
77	1.67	7.05	7.83	3.79	1.22	-1.81	
78	1.64	7.20	7.82	4.76	1.14	-1.77	
79	8.41	35.45	40.91	16.98	1.62	-9.08	
80	2.13	8.04	10.97	1.21	3.72	-2.31	
81	7.40	29.53	33.55	1.81	0.79	-8.00	
82	1.34	3.85	4.48	1.79	1.16	-1.45	
83	0.71	3.39	3.49	3.40	1.33	-0.77	
84	3.98	15.03	20.19	5.57	2.28	-4.30	
85	1.40	17.47	11.47	7.41	1.04	-1.52	
86	5.45	35.62	37.75	11.88	0.90	-5.89	
87	2.40	3.37	5.69	-12.02	3.38	-2.59	
146	1.75	12.67	12.37	9.20	2.00	-1.89	
Prom		2.85	13.68		4.16	1.67	-3.08
Desv	2.50751232	11.7259949		6.58579655	0.90126479	2.70811331	
Max		8.41	35.62		16.98	3.72	-0.77
Min		0.71	2.45		-12.02	0.79	-9.08

ZONA 3 NUEVOS DATOS

Nº muestra	CEa	RAS	RAS °	CSR	Ca/Mg	P osmótico
88	0.43	3.56	2.42	-0.34	0.81	-0.46
89	0.54	5.65	4.17	-0.62	0.97	-0.58
90	0.39	5.43	3.63	-0.55	0.91	-0.42

	91	3.05	32.77	28.56	9.27	0.50	-3.29
	92	2.80	28.30	25.42	10.87	0.81	-3.02
Prom		1.44	15.14		3.73	0.80	-1.56
Desv	1.35871447	14.1641695		5.82161353	0.18398884	1.46741162	
Max		3.05	32.77		10.87	0.97	-0.42
Min		0.39	3.56		-0.62	0.50	-3.29

ZONA 4 NUEVOS DATOS

Nº muestra	CEa	RAS	RAS °	CSR	Ca/Mg	P osmótico
93	0.78	5.76	5.55	1.98	1.44	-0.84
94	0.60	6.08	4.08	-0.29	1.42	-0.65
95	1.72	15.03	13.16	9.73	1.31	-1.86
96	0.88	10.42	7.56	6.41	1.82	-0.95
97	1.10	14.87	10.98	10.18	0.97	-1.19
98	0.60	2.48	2.60	2.03	1.09	-0.65
99	0.60	3.82	4.35	2.22	2.90	-0.65
100	0.95	13.10	8.75	4.71	0.74	-1.03
143	1.35	12.26	9.76	7.42	1.01	-1.46
144	0.86	2.20	2.52	1.17	1.64	-0.93
Prom	0.94	8.60		4.56	1.44	-1.02
Desv	0.36247627	5.08997273		3.70442896	0.60941953	0.39147437
Max	1.72	15.03		10.18	2.90	-0.65
Min	0.60	2.20		-0.29	0.74	-1.86

ZONA 5 NUEVOS DATOS

Nº muestra	CEa	RAS	RAS °	CSR	Ca/Mg	P osmótico
101	0.87	4.98	3.50	3.68	0.30	-0.94
102	1.30	14.47	12.08	10.83	1.22	-1.40
103	0.78	5.73	5.49	3.39	2.10	-0.84
104	0.58	2.32	2.52	2.11	1.89	-0.63
105	0.54	2.22	2.29	1.20	1.33	-0.58
106	0.48	2.17	2.21	2.38	1.75	-0.52
107	1.69	18.72	13.94	11.64	1.37	-1.83
108	1.90	7.43	7.95	5.42	0.62	-2.05
109	4.70	18.43	25.85	-5.18	1.61	-5.08
110	1.25	10.87	8.63	7.15	0.29	-1.35
111	0.77	6.01	5.07	5.42	0.74	-0.83
112	1.40	19.54	12.77	13.71	0.44	-1.51
113	1.75	20.09	15.87	13.51	1.11	-1.89
114	1.65	13.15	12.78	6.18	1.32	-1.78
115	0.85					-0.92
116	0.97					-1.05
117	3.20	21.70	22.31	7.49	0.81	-3.46
118	3.00	20.86	20.97	6.89	0.81	-3.24
119	1.45	13.11	11.53	7.56	0.69	-1.57
120	1.90	18.05	16.18	14.17	1.30	-2.05
121	1.00	14.66	9.42	9.07	0.96	-1.08
122	0.73	12.78	8.03	8.40	1.46	-0.79
123	0.98	12.79	9.09	9.41	1.39	-1.06
124	0.52	3.66	3.57	2.78	2.43	-0.56
145	0.98	3.81	4.34	3.40	2.29	-1.06
147	1.40	10.98	9.58	7.42	1.42	-1.51

Hoja1

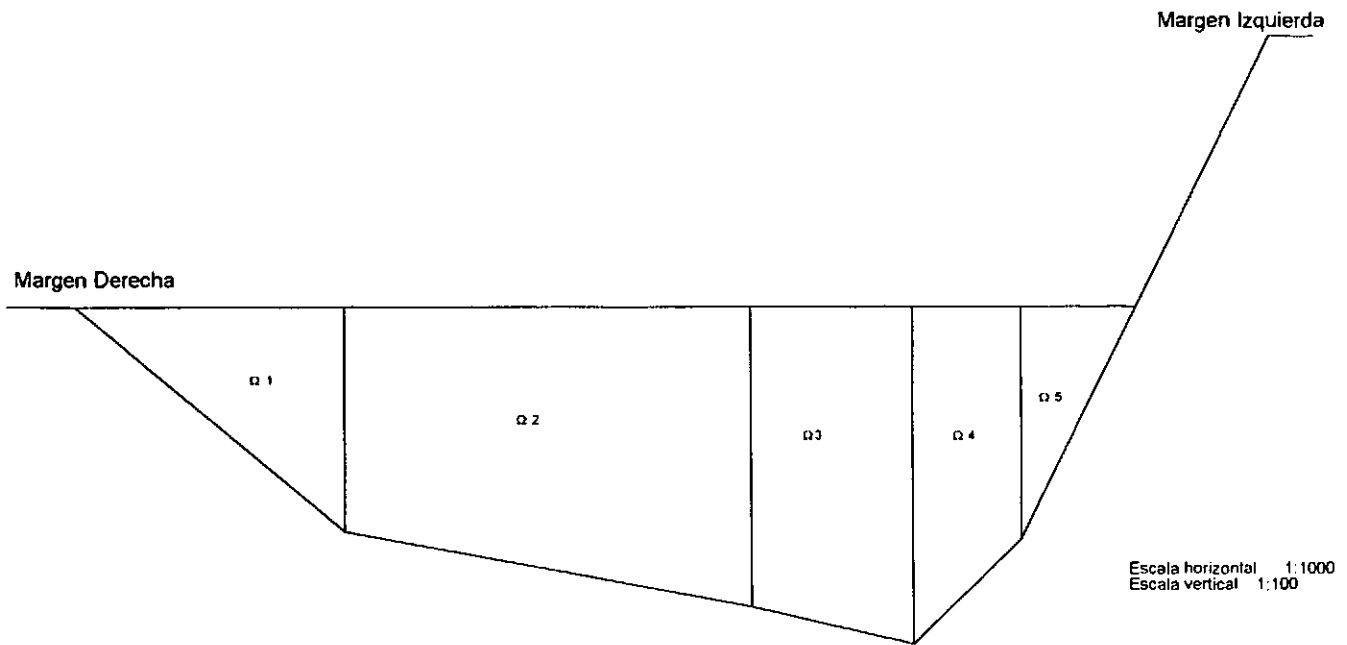
Prom	1.41	11.61		6.58	1.23	-1.52
Desv	0.95992366	6.59907958		4.5262945	0.59115529	1.03671756
Max	4.70	21.70		14.17	2.43	-0.52
Min	0.48	2.17		-5.18	0.29	-5.08

ZONA 6 NUEVOS DATOS

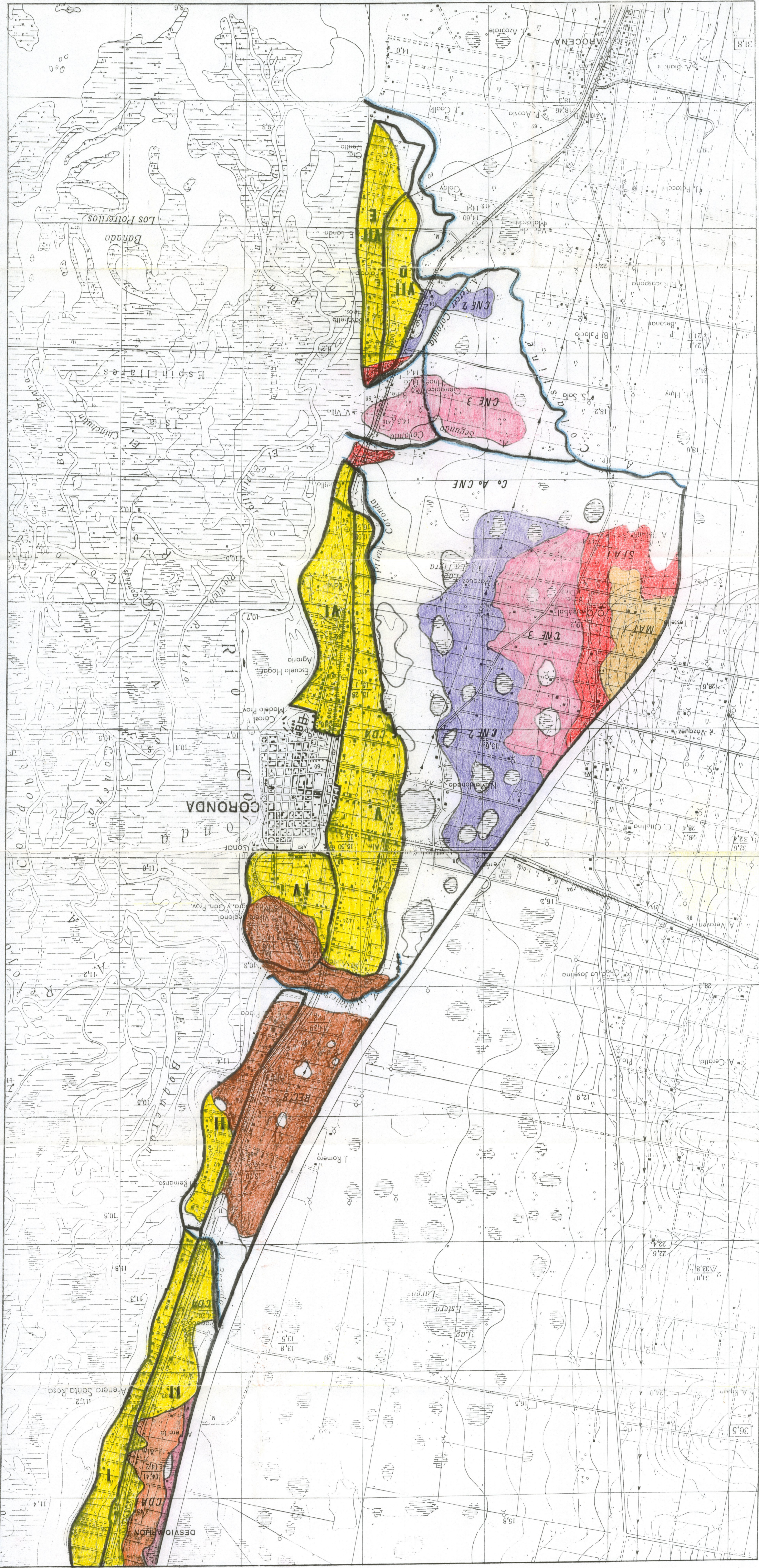
Nº muestra	CEa	RAS	RAS °	CSR	Ca/Mg	P osmótico
125	2.80	6.06	7.09	-3.21	0.80	-3.02
126	1.10					-1.19
127	0.62	4.32	4.04	2.39	1.64	-0.67
128	0.87	12.64	7.56	6.04	0.69	-0.93
Prom	1.35	7.67		1.74	1.04	-1.45
Desv	0.98878187	4.38653334		4.66037569	0.51713763	1.06788442
Max	2.80	12.64		6.04	1.64	-0.67
Min	0.62	4.32		-3.21	0.69	-3.02

ZONA 7 NUEVOS DATOS

Nº muestra	CEa	RAS	RAS °	CSR	Ca/Mg	P osmótico
129	1.25	13.31	10.82	6.54	1.82	-1.35
130	0.80	5.74	5.59	5.29	2.21	-0.86
131	3.04	23.69	21.41	8.20	1.07	-3.29
132	1.60	27.88	17.07	14.05	1.82	-1.73
133	2.10	23.69	19.67	9.09	1.33	-2.27
134	1.60	18.22	14.86	10.31	1.11	-1.73
135	1.25	12.09	10.91	7.38	1.95	-1.35
136	0.35					-0.38
Prom	1.50	17.80		8.69	1.62	-1.62
Desv	0.81946491	7.84800046		2.87794144	0.44330324	0.8850221
Max	3.04	27.88		14.05	2.21	-0.38
Min	0.35	5.74		5.29	1.07	-3.29



Sección Idealizada
Río Coronda



ESCALA GRAFICA 2km

CONVENIO C.F.I. SANTA FE

ACUERDO SERVICIO DE SUELOS (F.A.V.E., U.N.L.)

Zonificación por aptitud de tierras y aguas para frutilla con riego suplementario en el área de Coronda

Noviembre de 1996

Unidad cartográfica	Aptitud para riego	Aptitud para frutilla
Coronda (CDA)	III _s	IIIC
Coronda 1 (CDA1)	III _s	IIIC
Recreo 8 (REC8)	II _{st}	III _{ACC}
Colastiné 2 y 3 (CNE 2 y 3)	V	IV
San Fabián 1 y 2 (SFA 1 y 2)	III _s	---
Maitile 1 (MAT 1)	---	---
Complejo Arroyo Colastiné (CoAcCNE)	V	IV

Zonas I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII

