



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA

ESTUDIO DE DRENAJE AGRICOLA

CAMPO EXPERIMENTAL PALMAR DE LA VIZCAINA

CORPORACION
CENTRO DE INVESTIGACION
EN PALMA DE ACEITE
CENIPALMA

ZONA CENTRAL

JULIO ENRIQUE SALAZAR SOLANO
Ing. Agrícola Universidad Surcolombiana
Estudiante de Pasantía CENIPALMA

Barrancabermeja, Santander
2006



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA

ESTUDIO DE DRENAJE AGRICOLA

CAMPO EXPERIMENTAL PALMAR DE LA VIZCAINA

CORPORACION
CENTRO DE INVESTIGACION
EN PALMA DE ACEITE
CENIPALMA

ZONA CENTRAL

JULIO ENRIQUE SALAZAR SOLANO

Ing. Agrícola Universidad Surcolombiana
Estudiante de Pasantía CENIPALMA

Asesores

Edna Margarita Garzón, Investigadora Titular Programa de Suelos y Aguas

Jose Humberto Silva, Investigador Auxiliar Manejo Integral de Aguas

Ricardo Botero, Superintendente del Campo Experimental

Director

Oscar Mauricio Álvarez, Líder Proyecto Manejo Integral de Aguas
Cenipalma

Julian Cesar Velásquez, Jefe del Programa Ingeniería Agrícola
Universidad Surcolombiana

Barrancabermeja, Santander

2006



A DIOS Todopoderoso quien me ha llenado de bendiciones durante toda mi vida y quien siempre ha estado allí en cada momento de mi existir.

A mi padre, mi viejo amigo quien con su apoyo incesante es el artífice de cada uno de los logros que he alcanzado; a mi madre quien es el apoyo incondicional con el que cuento cada día de mi vida y quien al igual que mi padre ha sido el valuarte de cada uno de mis triunfos.

A mis hermanos Cesar y Constanza quienes creen en mí en cada uno de los proyectos que emprendo y me apoyan en cada paso que doy. A mis sobrinas Margeth, Stefania y Nohorita, que son la luz que ilumina mi camino.

ENRIQUE S

NOTA APROBATORIA

Director
Ing.

OSCAR MAURICIO ALVAREZ SOTO
Investigador Líder
Proyecto Manejo Integral de Aguas
CENIPALMA

Director
Ing.

JULIAN CESAR VELASQUEZ
Jefe de Programa
Ingeniería Agrícola
Universidad Surcolombiana

Jurado
Dr.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Doctor en Suelos y Aguas
Universidad Surcolombiana

Jurado
Ing.

MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO
Especialista en Ingeniería de Irrigación
Universidad Surcolombiana



AGRADECIMIENTOS

Es un buen momento para expresar los agradecimientos a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo de grado y que de una u otra forma participaron durante el desarrollo de este protocolo. Entre ellas:

Ing. RICARDO BOTERO
Superintendente Campo Experimental CENIPALMA

Ing. EDNA M. GARZON
Inv. Líder Programa de Suelos y Aguas CENIPALMA

Ing. MAURICIO ALVAREZ
Inv. Líder Proyecto Manejo Integral de Aguas CENIPALMA

Ing. JOSE H. SILVA
Inv. Auxiliar Manejo Integral de Aguas CENIPALMA

Ing. JULIAN CESAR VELASQUEZ
Jefe del Programa de Ing. Agrícola USCO

Dr. ARMANDO TORRENTE
Docente Programa de Ing. Agrícola USCO

Ing. MIGUEL G. CIFUENTES
Docente Programa de Ing. Agrícola USCO

Tec. OSCAR SALAMANCA
Tecnólogo del Campo Experimental CENIPALMA

Tec. MAISLER CARPIO
Auxiliar del Campo Experimental CENIPALMA

Ing. RODRIGO PACHON
Docente Programa de Ing. Agrícola USCO

Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite CENIPALMA

Cooperativa de Trabajo Asociado COOPTRACEN, Corregimiento El Centro Barrancabermeja

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. Planteamiento del problema	11
2. Objetivos	
2.1. Objetivo General	12
2.2. Objetivos Específicos	12
3. Justificación	13
4. Contexto Teórico	14
5. Marco Conceptual	15
6. Metodología	17
6.1. Reconocimiento del área de estudio (Campo Experimental Palmar De La Vizcaína)	17
6.2. Recolección, Procesamiento y Análisis De La Información Hidroclimatológica	22
6.3. Identificación y ubicación en campo de puntos de muestreo para la caracterización física de suelos	29
6.4. Caracterización física de suelos	31
6.4.1. Densidad Aparente	43
6.4.2. Conductividad Hidráulica	46
6.5. Ampliación de la red Freatimétrica	49
6.6. Recolección, Procesamiento y Análisis de la información de los pozos de observación	50
6.7. Generación de curvas	50
6.7.1. Curvas Isohypsas	50
6.7.2. Curvas Isobatas	52
6.7.3. Curvas Isoyetas	54



6.8. Balances Hídricos	55
6.9. Déficit Hídricos	57
6.10. Hidrogramas	59
7. Diagnostico de drenaje agrícola	60
7.1. Diseño de canales	65
7.2. Adecuaciones para nuevas siembras	69
7.3. Diagnostico y propuestas de solución	74
8. Conclusiones	78
9. Recomendaciones	80
10. Referencias Bibliográficas	81
Anexos	

TABLA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Lectura de la red pluviométrica	83
Tabla 1. Precipitación diaria mes de enero de 2006	84
Tabla 2. Precipitación diaria mes de febrero de 2006	85
Tabla 3. Precipitación diaria mes de marzo de 2006	86
Tabla 4. Precipitación diaria mes de abril de 2006	87
Tabla 5. Precipitación diaria mes de mayo de 2006	88
Tabla 6. Precipitación diaria mes de junio de 2006	89
Tabla 7. Precipitación diaria mes de julio de 2006	90
Tabla 8. Precipitación diaria mes de agosto de 2006	91
Tabla 9. Precipitación diaria mes de septiembre de 2006	92
Tabla 10. Precipitación diaria mes de octubre de 2006	93
Tabla 11. Precipitación diaria mes de noviembre de 2006	94
Anexo 2. Estudio de suelos (Descripción de Consociaciones)	95
Tabla 12. Descripción Consociación la Vizcaína	96
Tabla 13. Descripción Consociación Mulería	96
Tabla 14. Descripción Consociación Puerto Wilches	97
Tabla 15. Descripción Consociación los Barrancos	97
Anexo 3. Caracterización física de suelos	98
Anexo 4. Red Freatimétrica	129
Tabla 16. Ubicación red Freatimétrica	130
Tabla 17. Ubicación red Freatimétrica	131
Anexo 5. Lecturas de la red Freatimétrica	132
Anexo 6. Parámetros de diseño y dimensionamiento de canales	138

Anexo 7. Perfiles de canales propuestos	141
Anexo 8. Recomendaciones por lote	166
Lote 1 bloque 1	167
Lote 2 bloque 1	168
Lote 3 bloque 1	169
Lote 4 bloque 1	170
Lote 5 bloque 1	171
Lote 6 bloque 1	172
Lote 7 bloque 1	173
Lote 8 bloque 1	174
Lote 1 bloque 2	175
Lote 2 bloque 2	176
Lote 3 bloque 2	177
Lote 4 bloque 2	178
Lote 5 bloque 2	179
Lote 6 bloque 2	180
Lote 7 bloque 2	181
Lote 8 bloque 2	182
Lote 9 bloque 2	183
Lote 10 bloque 2	184
Lote 11 bloque 2	185
Anexo 9. Guía de adecuación de tierras para nuevas siembras	186
Introducción	187
1. Objetivos	
1.1. Objetivo general	188
1.2. Objetivos específicos	188
2. Guía de adecuación de tierras para nuevas siembras	189
2.1. Desmante	189

2.2.	Levantamiento altiplanimétrico	189
2.3.	Determinación de puntos de muestreo	190
2.4.	Caracterización de suelos	192
2.5.	Estudios de riego y drenaje agrícola	192
2.5.1.	Estudio de precipitación	193
2.5.2.	Balance hídrico	193
2.5.3.	Estudio de nivel freático	194
2.6.	Estudios hidrodinámicos	195
2.7.	Diseño de lotes y vías	196
2.8.	Diseño de obras de adecuación	196
2.9.	Obras de adecuación	197
2.9.1.	Limpieza y nivelación de lotes	197
2.9.2.	Replanteo y construcción de Canales de Riego y Drenaje	197
2.9.3.	Construcción de bancales	198
2.9.4.	Preparación de suelos	199
2.9.5.	Establecimiento de coberturas	200
2.9.6.	Siembra	200
2.9.7.	Mantenimiento del cultivo	201
3.	Recomendaciones	203
4.	Citas bibliográficas	204

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Campo Experimental Palmar De La Vizcaína tiene tres años de siembra, para la cual fue necesario realizar algunos trabajos de adecuación de tierras (en 150 Has.) Estos trabajos han consistido básicamente en la construcción de los canales de drenajes principales y secundarios, desmonte con bulldózer de aproximadamente el 60 % del área, construcción de vías de acceso, trazado de lotes, preparación de suelos y siembra.

Todas estas obras de adecuación permitieron disminuir en parte los problemas de manejo de aguas relacionados con el drenaje, sin embargo actualmente se continúan presentando algunos problemas de drenaje debidos principalmente a la topografía plana, a la textura del suelo predominante (Arcilloso), y a la irregularidad de la superficie del terreno pues no se realizó una nivelación previa, además se sospecha de la presencia de nivel freático limitante, e igualmente se han presentado desbordamientos de los cauces naturales.

Los efectos de estos problemas de drenaje, se han expresado en el cultivo, mediante la variabilidad del crecimiento vegetativo de las palmas, clorosis o amarillamiento de las hojas de las palmas, dificultad para el establecimiento de coberturas benéficas, aplicación diferencial de fertilizantes edáficos, entre otros, que afectan considerablemente la respuesta de los tratamientos experimentales de interés que se llevan a cabo en el campo experimental.

Otro limitante para el desarrollo potencial del cultivo y que no se consideró desde la planeación del campo Experimental, es el tema del Balance Hídrico, el cual permite conocer las láminas de agua aprovechable, además de establecer si hay déficit hídrico y su época.

Todas las razones anteriores, hacen necesaria la pronta acción con el objetivo de dar solución a la problemática del manejo de los excesos de agua, para lo cual, es indispensable aplicar tecnologías que permitan dar las condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo de Palma de aceite y que se vea reflejada en un aumento significativo de la producción.

En los últimos meses se han realizado algunos trabajos para dar solución al problema de drenaje, y aunque se han conseguido buenos resultados, no son suficientes; por lo cual es necesario realizar un estudio detallado de drenaje que permita el control y manejo eficiente del agua con miras a optimizar los rendimientos del cultivo.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL.

- Diagnostico de Drenaje Agrícola del Campo Experimental Palmar De La Vizcaína, para la adecuación de áreas sembradas y de nuevas áreas para el cultivo de palma de aceite.
- Mejorar las condiciones de aireación y humedad del suelo, mediante el control de los excesos de agua en el cultivo, teniendo en cuenta las características edáficas e hidroclimáticas de la zona de estudio.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Implementar un programa de balance hídrico para el Campo Experimental Palmar De La Vizcaína.
- Evaluar las condiciones de drenaje superficial de las áreas sembradas y proponer acciones que permitan mejorar las condiciones de humedad de estos lotes.
- Determinar las áreas a adecuar mediante la construcción de nuevos sistemas de drenaje para un control eficiente de los excesos de agua del Campo Experimental.
- Proponer una Guía de adecuación de tierras para las futuras siembras del Campo Experimental.

3. JUSTIFICACION

A pesar de la existencia de periodos extremos de precipitación para las diferentes zonas palmeras Colombianas, un alto porcentaje de las plantaciones fue establecido sin contar con una adecuada planeación de su requerimiento hídrico e infraestructura de riego y drenaje. Esta problemática ha traído como consecuencia la urgente necesidad de desarrollar técnicas de manejo eficiente del agua que integren las características edáficas, hidroclimáticas y fisiológicas de la planta, con lo cual se pueda establecer las condiciones de manejo integrado de los parámetros físicos y químicos del suelo y de manejo de aguas para dichas plantaciones.

La palma de aceite, por su elevado potencial de producción, tiene altos requerimientos de nutrientes y la mayoría de los suelos en Colombia tiene limitaciones en su fertilidad. Sin fertilización, la producción de fruto y aceite declina año tras año. El exceso de humedad en el suelo es uno de los factores que hacen que la eficiencia de la fertilización decrezca enormemente, lo que se ve reflejado en un menor aprovechamiento de las aplicaciones que se hacen a los cultivos, incrementando los costos de fertilización que representan no menos del 30% de los costos de mantenimiento de un cultivo como la Palma de Aceite en su etapa madura.

Además de las limitaciones en fertilidad, los excesos de humedad en el suelo tienen una marcada influencia en el desarrollo de las raíces de la palma de aceite y por consiguiente en su nutrición y productividad. Como si esto fuera poco, el exceso de humedad en el suelo genera condiciones adecuadas para la aparición de plagas y enfermedades en los cultivos, lo que trae como consecuencia la disminución de la calidad de la producción y en algunos casos provocar la desaparición de sembrados y plantíos.

Debido a lo anterior, con este protocolo de investigación se busca darle al suelo las condiciones de humedad necesarias para el buen desarrollo del cultivo de la Palma de Aceite en el campo experimental, e igualmente proyectar estas experiencias a otras plantaciones con problemas similares, a través de la implementación de tecnologías que permitan el desarrollo sostenible del sector palmicultor en el país.

4. CONTEXTO TEORICO

Como consecuencia del deficiente manejo del agua de riego, la aplicación de sistemas de drenaje agrícola superficial y/o interno inadecuados o por la inexistencia de estos, más del 30 % del área total cultivada en las zonas planas de nuestro país tienen diferentes grados de afección por drenaje, originando la degradación y pérdidas del potencial de áreas productivas, con consecuencias graves en la economía local, regional y nacional.

En este contexto, el drenaje agrícola interno y superficial, está directamente ligado con el complejo agua-suelo-planta, teniendo importantes efectos sobre la producción de los cultivos; haciéndose necesaria la implementación de obras de infraestructura, las técnicas de diseño de un sistema de drenaje superficial y subterráneo, la operación y el mantenimiento de los mismos; así como la recuperación de suelos afectados.

Los requerimientos de agua de la mayoría de los cultivos podrían satisfacerse de manera natural, si la precipitación fuera uniforme, pero debido a la gran diversidad climática y georegional del planeta, hay zonas que presentan periodos con meses muy secos y otros con excesos de lluvias; esto último representa problemas para muchas regiones de planicie donde se desarrolla la agricultura mecanizada puesto que las condiciones naturales no son suficientes para evacuar los excedentes de agua.

El exceso de humedad limita el desarrollo vegetal y desplaza el aire del espacio poroso del suelo, en tal condición, la aireación se traduce en una disminución de la actividad fisiológica de la planta, llegando en caso extremo a su muerte. Además de la deficiencia de O_2 , los excesos de agua traen un aumento del CO_2 en la atmósfera del suelo que puede llegar a niveles tóxicos para el cultivo. Las raíces no detienen inmediatamente su desarrollo o mueren al presentarse una deficiencia en la aireación; el efecto negativo comienza a sentirse con el tiempo de acuerdo a la especie y variedad vegetal, el clima, el estado de desarrollo, la edad de la planta y la temperatura del agua y del suelo.

El exceso de humedad en el suelo genera las condiciones para la aparición de plagas y enfermedades a los cultivos, lo que trae como consecuencia la disminución de la calidad de la producción y en casos extremos la desaparición de sembrados y plantíos.

Esta problemática hace necesaria la inmediata aplicación de técnicas para el mejoramiento de las condiciones de las zonas afectadas por mal drenaje, siendo indispensable el diagnóstico de drenaje.

5. MARCO CONCEPTUAL

Por drenaje se entiende la remoción del exceso de humedad del suelo de manera que se cree un ambiente más favorable para el desarrollo del cultivo, además de mantener las condiciones adecuadas del suelo.

El suelo está constituido por una fase sólida, líquida y gaseosa. Para que los cultivos se establezcan y se desarrollen adecuadamente con niveles óptimos de producción, es necesario que en el suelo coexistan equilibradamente las tres fases: la fase sólida, representada por las partículas de suelo; la fase líquida, representada por el agua; y la fase gaseosa, representada por el aire.

Bajo condiciones de mal drenaje o de exceso de agua, el aire presente en el suelo es removido y el espacio libre es ocupado por el agua. En tales circunstancias, las plantas son afectadas en sus procesos esenciales, debido a que el oxígeno es indispensable para la respiración de las raíces, haciéndose urgente la necesidad de drenar estas zonas.

La necesidad del drenaje se justifica en zonas donde los factores climáticos, las condiciones hidrológicas, las características de los suelos, la topografía y la utilización de la tierra, dan lugar a que el agua permanezca inundando la superficie o el interior del suelo, durante un tiempo superior al que los cultivos pueden soportar sin manifestar serios efectos sobre los rendimientos y/o sobrevivencia.

La variabilidad de los factores bioclimáticos, geomorfológicos y naturales de cada lugar del mundo, indica que los distintos problemas de drenaje poseen características propias, que los hacen únicos. Es decir, ningún proyecto de adecuación es idéntico a otro, razón por la cual es imprescindible un reconocimiento y un diagnóstico de cada situación.

Usualmente, se considera que el principal efecto del mal drenaje es el daño a la productividad agrícola. No obstante, existen otras consecuencias, directas o indirectas, como lo son: Menor aireación en el interior del suelo, disminución de la temperatura, deficiencias en el desarrollo de raíces, menor actividad de organismos del suelo, lenta descomposición de materia orgánica, escaso abastecimiento de nutrientes, disminución de rendimientos, pérdida de trabajabilidad y capacidad de soporte del suelo, problemas de mecanización, problemas sanitarios, daños a la infraestructura, todo esto traducido en pérdidas económicas para el productor.

En el siguiente cuadro se observa la marcada diferencia que presentan los suelos sometidos a excesos de humedad constantes, comparativamente con otros que presentan buenas condiciones de drenaje. (Tabla 10).

Tabla 1. Comparación de un suelo con problemas de Drenaje con uno bien Drenado.

FACTOR	SUELO BIEN DRENADO	SUELO MAL DRENADO
Aireación del Suelo	15 – 20 % oxígeno	Menos de 5% de oxígeno
Temperatura del suelo	Normal	1 a 5 ° C más baja
Disponibilidad de nutrientes	Normal	Escasa a nula
Trabajabilidad y capacidad de soporte del suelo	Soporta peso sin destrucción de su estructura, ni compactación	Se destruye estructura del suelo y éste se compacta fácilmente
<i>Mecanización</i>	Preparación de suelos óptima en calidad y oportunidad	Deficiente preparación de suelo y con retraso.
Problemas Sanitarios	Normales	Se acentúan problemas en plantas, animales y humanos.
Daños a Infraestructura	Mejor mantenimiento	Mayor daño y menor vida útil (Ej.: caminos)

Fuente: Dieleman, 2000.

El drenaje se ha convertido en una herramienta clave a tener en cuenta, tanto para garantizar el éxito de los sistemas regados, así como para optimizar el manejo del agua en condiciones de seco. El cabal conocimiento de los principios básicos de drenaje y el reconocer los problemas ocasionados por el mal manejo del mismo es crucial para el manejo eficiente de todo proceso de producción.

6. METODOLOGIA

Para el desarrollo de este protocolo de investigación se llevo a cabo la siguiente metodología:

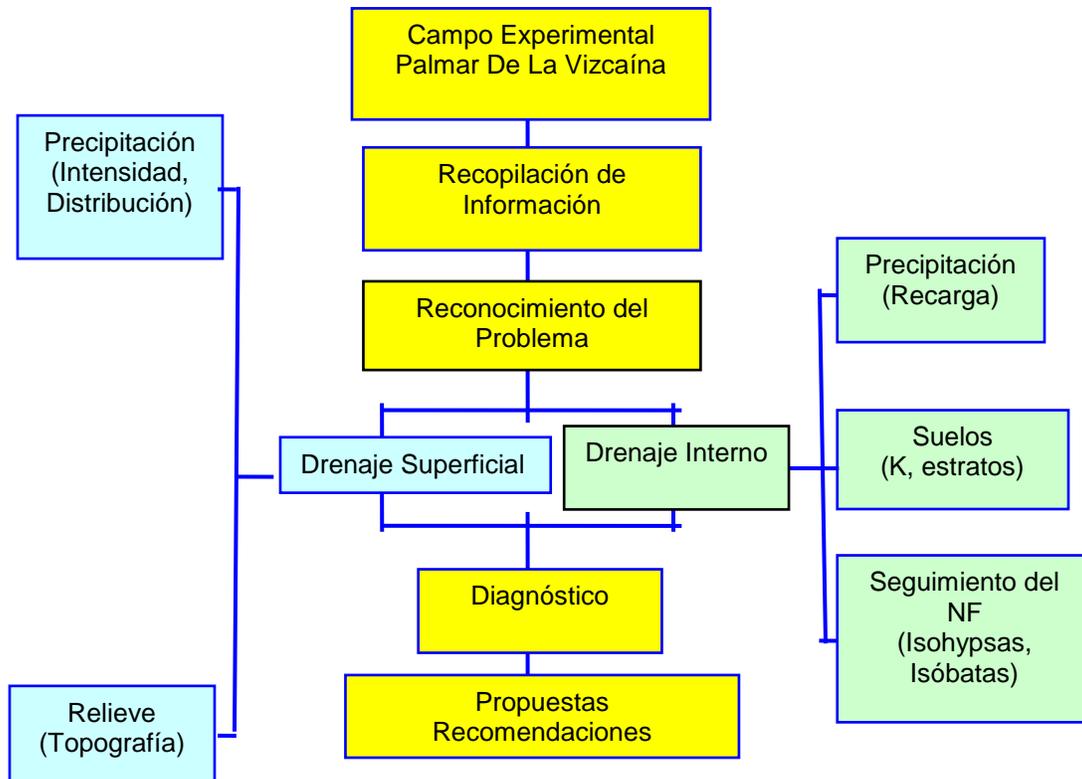
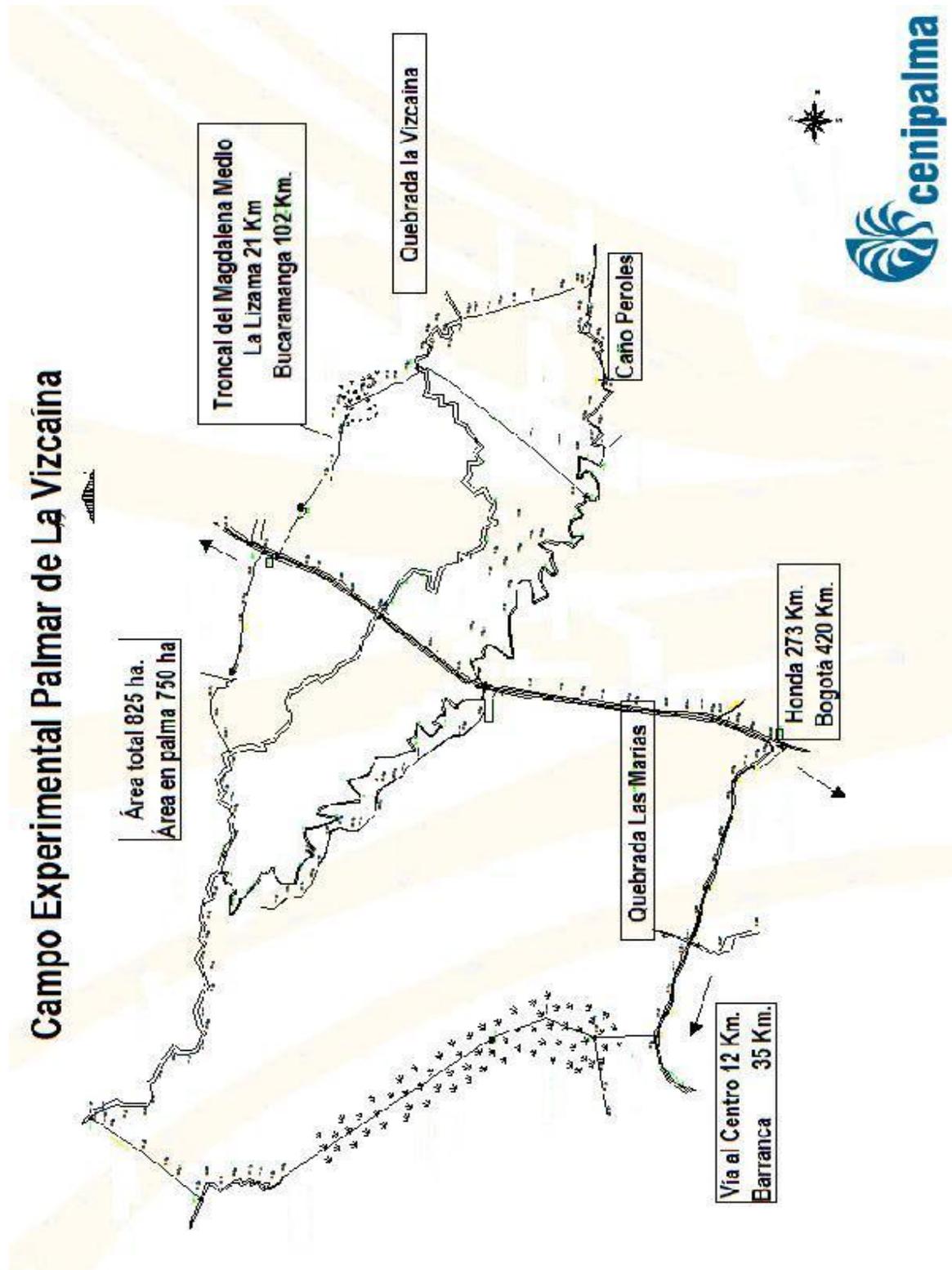


Grafico 1. Diagrama de actividades en el diagnostico de drenaje

6.1. Reconocimiento del Área de Estudio (Campo Experimental Palmar De La Vizcaína)

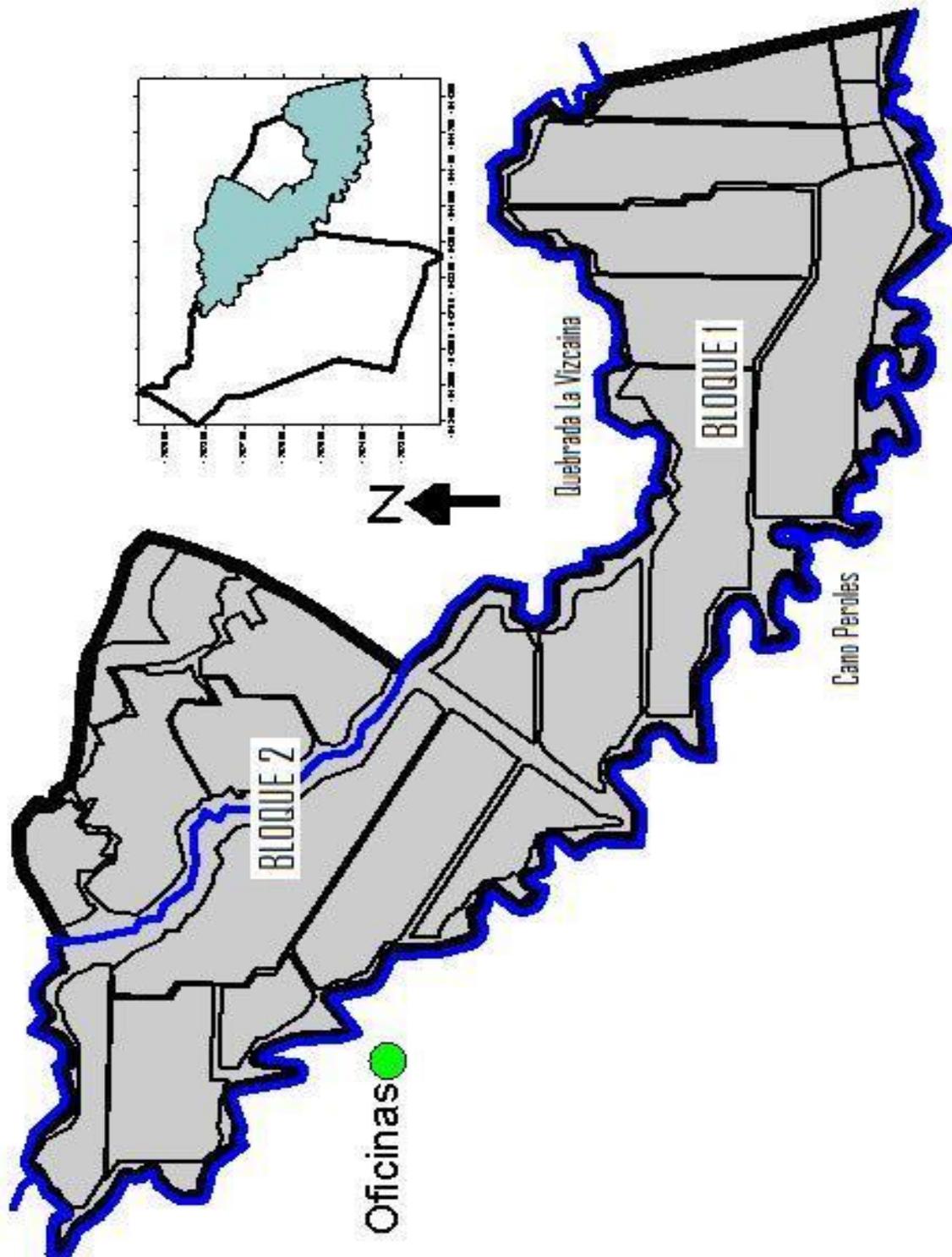
Se hizo el reconocimiento del área de estudio a través de recorridos de campo con los cuales se identificó las zonas cultivadas, la variedad vegetal, el sistema de drenaje existente, drenajes naturales, vías y demás accidentes topográficos, estableciendo puntos estratégicos para la planeación del protocolo. Este recorrido permitió tener mayor claridad sobre el problema de drenaje superficial existente.

Figura 1. Ubicación Geografía del Campo Experimental Palmar De La Vizcaína.



Fuente: Archivo Grafico Campo Experimental.

Figura 2. Palmar De La Vizcaína (Zona de estudio 150 has)



Fuente: Archivo Grafico Campo Experimental

Figura 3. Imagen Satelital del Palmar De La Vizcaína



Fuente: Programa Google Earth



Fuente: Archivo grafico Campo Experimental

Figura 4. Inundación en los lotes del Palmar De La Vizcaína
Bloque 2 arriba, Bloque 1 Abajo



Fuente: Archivo grafico Campo Experimental

6.2. Recolección, Procesamiento y análisis de la Información Hidroclimatológica.

Básicamente se buscó conocer el régimen climático de la zona (precipitación, evaporación, temperatura), con lo cual se generó los balances hídricos, además de establecer el valor de la lluvia crítica para el Campo Experimental, lo que permite un dimensionamiento más preciso del sistema de drenaje.

Para obtener la información de precipitación del Palmar De La Vizcaína, en estudios anteriores se llevo a cabo la implementación de la red pluviométrica, esta red se distribuyó en campo como se muestra en la figura 5. La toma de datos de esta red pluviométrica se realizó diariamente.

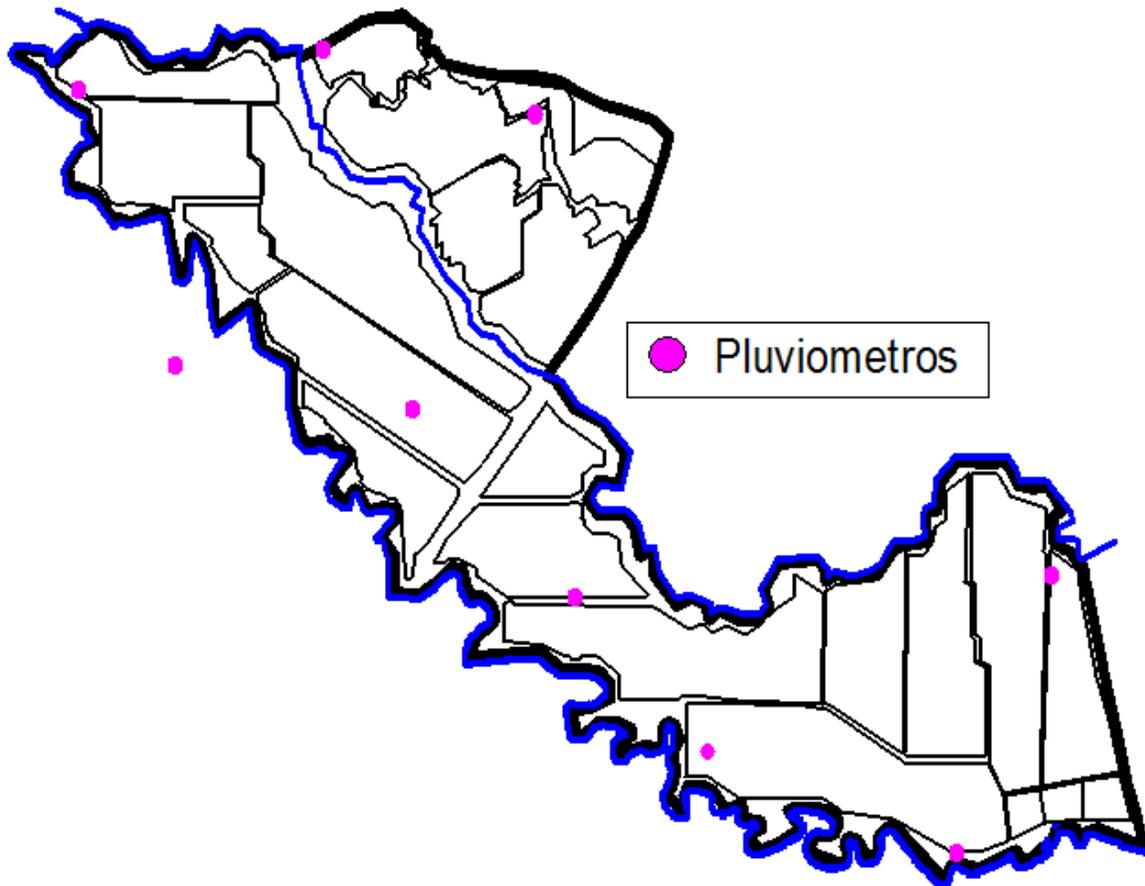


Figura 5: Distribución de Red pluviométrica Campo Experimental.

Con los datos recolectados de la red pluviométrica (Anexo 1.) se trazaron las curvas Isoyetas.

Tabla 2. Precipitación mensual (mm) año 2006 para el Palmar De La Vizcaína.

PLUV.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	TOTAL
1 (L6B1)	96.5	106	122	447	273	336	295	204	334	522	265	3000.5
2 (L2B1)	82	133	145.3	451	277	355	285	190	307	510	239	2974.3
3 (L7B1)	76.6	119	144.5	312	252	335	279.5	187	317	556	241	2819.6
4 (L2B2)	91	107	139	296.5	239	320	278	204	341	542	240	2797.5
5 (L9B2)	86	78	122	275	340	357	295	245	397	544	255	2994
6 (L4B2)	63	111	122	285.5	276	350	259	232	399	555	282	2934.5
7 (L10B2)	81	104	115.5	268	299	375	262	243	413	568	286	3014.5
8 (L2B1)	42	105	140	285	254	309	286	183	287	512	276	2679
9 (OFIC)			140.5	296	289	357	279	215	295	531	267	2669.5
PROM.	77.3	107.9	132.3	324.0	277.7	343.8	279.8	211.4	343.3	537.8	261.2	2875.9

Observación. Los datos contenidos en la columna PLUV. Se deben interpretar así: el número arriba representa el pluviómetro, la L seguida de un número es el Lote y la B seguida de un número es el Bloque.

Ejemplo:

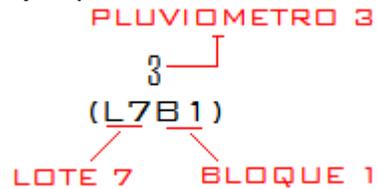


Figura 6: Estación Agrometeorológica (IDEAM - La Lizama).



A pesar de la reciente implementación de la red pluviométrica, al igual que la estación Agrometeorológica (La Lizama) del IDEAM ubicada en el Campo Experimental en 2005, esta zona presenta datos de precipitación desde enero de 2003, los cuales fueron tomados utilizando como fuente de información el pluviómetro CM, ubicado adyacente a la casa del auxiliar de campo, la cual se encuentra dentro de la zona de estudio. Esta información fue complementada con la tomada en la red pluviométrica.

A continuación se presentan los datos de precipitación diaria para los años de 2003 a 2006, con los cuales se calculo la lluvia crítica.

Tabla 3. Precipitación diaria (mm) año 2003 en el Campo experimental

DIA	AÑO 2003											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1			47		16		22	27			66	
2												50
3					20	43		89				35
4							42					
5					36					35		20
6						6			6			
7										31	55	
8				25			70	65	8	11		
9				67				35			20	
10					15		19		5			
11						5	85		10			55
12				26	4	2	5				6	
13				30	3	15						4
14			42					4		12		26
15						100				59	89	
16			57	2			44					
17		2			8	30					4	
18		34	5			20		2			80	
19			7		40	4				75		
20			7	8					20			43
21			2	60						93		
22				5		50					70	
23				43								
24		38				14	12		62		32	
25			20	50			2		12		79	
26								6		46		
27					10		2			30		
28		17		6				12				
29				12				4	62	98	6	
30					30					22		
31			8							10		
TOT	0	91	195	334	182	289	303	244	185	522	507	233

Tabla 4. Precipitación diaria (mm) año 2004 en el Campo experimental

DIA	AÑO 2004											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	-	-	-	8	35	-	-	-	8	-	-	-
2	-	-	-	55	-	-	8	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	19	-	-	19	-	-	55	26
4	-	-	-	-	60	-	35	-	-	100	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	67	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	3	-	-	42	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
8	-	19	-	-	-	-	-	-	75	27	-	-
9	-	-	-	130	-	-	-	-	57	-	-	-
10	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	20	13	-	-	-	55	11	10	20
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-
13	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-
14	-	-	-	22	-	-	-	-	80	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	52	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	60	-	3	20	7	50
17	-	-	-	-	70	-	-	-	7	-	20	37
18	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	9	20
19	-	-	-	20	45	-	-	-	-	90	17	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	17	25	-	-
21	-	7	-	-	-	-	2	20	-	35	-	-
22	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	3
23	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-
24	-	7	-	-	-	-	25	62	25	12	25	-
25	-	-	-	-	-	-	1	2	-	8	14	-
26	-	-	17	-	-	-	-	2	-	-	85	-
27	-	10	20	-	50	-	-	5	17	-	-	-
28	-	-	74	15	-	-	13	-	5	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	5	7	-	-	-
30	-	-	-	7	38	40	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOT	0	58	111	285	350	40	163	167	428	370	286	156

Tabla 5: Precipitación diaria (mm) año 2005 en el Campo experimental

DIA	AÑO 2005											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	-	-	110	32	9	34	-	-	-	20	70	-
2	-	-	90	105	-	-	-	-	10	-	-	-
3	-	-	3	-	15	30	140	7	158	-	-	5
4	-	-	-	-	-	-	-	-	2	164	-	-
5	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-
6	-	5	-	7	-	17	140	-	-	50	-	60
7	3	-	-	18	-	22	46	-	-	19	20	-



8	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-
9	-	29	-	4	-	22	-	-	-	80	40	-
10	5	1	-	70	-	-	4	-	5	2	-	-
11	-	4	-	1	-	-	-	-	-	78	5	-
12	-	136	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
13	8	18	-	-	-	-	-	-	60	-	60	-
14	20	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-
15	18	-	-	16	-	-	-	-	120	-	-	-
16	50	-	-	2	16	12	-	50	-	88	4	-
17	-	-	-	-	31	-	-	-	-	-	3	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	4	-
19	-	-	-	-	35	-	-	-	-	75	-	5
20	-	-	-	62	-	-	-	-	20	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	18	20	9	7
22	9	-	-	52	-	-	-	-	-	75	55	5
23	-	-	-	-	72	140	-	80	8	10	18	14
24	-	-	-	30	2	-	-	-	-	35	-	-
25	3	-	-	-	-	11	-	4	15	-	-	-
26	-	-	-	1	-	9	-	-	-	-	30	7
27	-	-	-	-	-	-	-	45	30	-	-	-
28	-	-	-	-	-	45	-	4	2	-	-	-
29	5	-	-	-	-	4	-	-	-	8	-	-
30	-	-	-	-	-	38	120	-	-	142	-	-
31	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-
TOT	121	193	203	400	180	405	490	190	456	904	318	118

Tabla 6: Precipitación diaria (mm) año 2006 en el Campo experimental

DIA	AÑO 2006											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	0	0	0	36	0	9	0	0	0	3	8	
2	0	0	0	0	1	17	0	3	0	6	17	
3	0	0	0	8	0	22	0	0	0	0	0	
4	0	17	6.5	0	8	0	0	0	23	34	2	
5	0	0	17	13	0	5	0	3	0	0	0	
6	0	5	3	0	60	0	0	0	4	3	3	
7	0	0	6	0	0	9	0	0	46	6	2	
8	0	0	60	0	32	12	0	11	2	0	5	
9	0	0	9	0	0	0	0	18	26	0	40	
10	0	0	2	0	34	58	0	0	0	3	0	
11	0	0	0	1	0	1	0	6	20	5	0	
12	0	0	0	0	8	100	0	0	0	0	20	
13	0	2	0	100	0	0	4	0	38	54	0	
14	0	15	0	34	0	6	1	0	0	12	16	
15	0	0	0	0	0	0	3	0	48	6	60	
16	3	0	0	0	0	0	2	18	0	55	8	
17	0	0	2.5	0	38	0	2	4	0	90	0	
18	0	0	0	0	2	0	52	74	5	0	14	



19	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	0	
20	0	0	6	0	0	0	0	0	0	3	0	
21	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	36	
22	0		0	0	0	0	0	0	38	0	0	
23	0	0	6	0	0	0	0	0	0	38	1	
24	0	0	0	1	0	0	0	0	9	0	0	
25	0	0	22	4	28	0	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	38	0	68	0	38	5	85	4	
27	3	66	0	0	5	2	50	8	0	0	0	
28	0	0	0	8	0	0	155	0	0	18	40	
29	36		0	42	0	0	6	0	6	0	0	
30	0		0	0	38	0	0	0	0	9	0	
31	0		0	0	0	0	10	0	0	80	0	
TOT	42	105	140	285	254	309	286	183	287	512	276	0

Los datos de diciembre de 2006 no se presentan debido a que no se contó con ellos al momento de la recopilación de la información.

La recarga se estableció por el método de la lluvia crítica que se fundamenta en la evaluación de eventos de precipitación “con el criterio de la lluvia que en un año fuera igualada o superada cinco veces” (PIZARRO, F. 1978).

Tabla 7. Lluvia de diseño para el Palmar De La Vizcaína

I (1)	$a_i < p_i < b_i$ (2)	N_i (3)	$F_i = (N_i / \text{sumatoria } N_i)$ (4)	$F_i = (M_i / \text{sumatoria } N_i)$ (5)	1 - (5) (6)	1/(5) (7)	(7)/365 (8)	365/(7) (9)
1	0	1004	0.7021	1.000	0.0000	1.0000	0.0027	365
2	0 - 5	76	0.0531	0.298	0.7021	3.3568	0.0092	108.734
3	5 - 10	85	0.0594	0.245	0.7552	4.0857	0.0112	89.336
4	10 - 15	30	0.0210	0.185	0.8147	5.3962	0.0148	67.640
5	15 - 20	36	0.0252	0.164	0.8357	6.0851	0.0167	59.983
6	20 - 25	32	0.0224	0.139	0.8608	7.1859	0.0197	50.794
7	25 - 30	13	0.0091	0.117	0.8832	8.5629	0.0235	42.626
8	30 - 35	18	0.0126	0.108	0.8923	9.2857	0.0254	39.308
9	35 - 40	24	0.0168	0.095	0.9049	10.5147	0.0288	34.713
10	40 - 45	14	0.0098	0.078	0.9217	12.7679	0.0350	28.587
11	45 - 50	8	0.0056	0.069	0.9315	14.5918	0.0400	25.014
12	50 - 55	13	0.0091	0.063	0.9371	15.8889	0.0435	22.972
13	55 - 60	11	0.0077	0.054	0.9462	18.5714	0.0509	19.654
14	60 - 65	13	0.0091	0.046	0.9538	21.6667	0.0594	16.846
15	65 - 70	6	0.0042	0.037	0.9629	26.9811	0.0739	13.528
16	70 - 75	8	0.0056	0.033	0.9671	30.4255	0.0834	11.997
17	75 - 80	6	0.0042	0.027	0.9727	36.6667	0.1005	9.955
18	80 - 85	5	0.0035	0.023	0.9769	43.3333	0.1187	8.423
19	85 - 90	6	0.0042	0.020	0.9804	51.0714	0.1399	7.147
20	90 - 95	4	0.0028	0.015	0.9846	65.0000	0.1781	5.615



21	95 - 100	1	0.0007	0.013	0.9874	79.4444	0.2177	4.594
22	100 - 105	4	0.0028	0.012	0.9881	84.1176	0.2305	4.339
23	105 - 110	1	0.0007	0.009	0.9909	110.0000	0.3014	3.318
24	110 - 115	1	0.0007	0.008	0.9916	119.1667	0.3265	3.063
25	115 - 120	0	0.0000	0.008	0.9923	130.0000	0.3562	2.808
26	120 - 125	2	0.0014	0.008	0.9923	130.0000	0.3562	2.808
27	125 - 130	0	0.0000	0.006	0.9937	158.8889	0.4353	2.297
28	130 - 135	1	0.0007	0.006	0.9937	158.8889	0.4353	2.297
29	135 - 140	1	0.0007	0.006	0.9944	178.7500	0.4897	2.042
30	140 - 145	4	0.0028	0.005	0.9951	204.2857	0.5597	1.787
31	145 - 150	0	0.0000	0.002	0.9979	476.6667	1.3059	0.766
32	150 - 155	0	0.0000	0.002	0.9979	476.6667	1.3059	0.766
33	155 - 160	2	0.0014	0.002	0.9979	476.6667	1.3059	0.766
34	160 - 165	1	0.0007	0.001	0.9993	1430.000	3.9178	0.255

Total años: **3.9178082** 1430

- (1) : Numero de orden
- (2) : Intervalo de precipitación (mm)
- (3) : Numero de observaciones
- (4) : Frecuencia de la precipitación
- (5) : Frecuencia con que es igualada o superada la precipitación
- (6) : Frecuencia de las precipitaciones inferiores a F_i
- (7) : Periodo de retorno en días
- (8) : Periodo de retorno en años
- (9) : Número de veces por año en que la lluvia supera a P_i

Ni: Numero de observaciones

Mi: Suma del numero de observaciones (3) de las precipitaciones de orden igual o superior a i

Además de la las observaciones de campo y las pruebas realizadas, se tomó información de estudios previos, como “Caracterización de suelos y determinación de unidades de manejo agronómico en la zona central palmera de Colombia, etapa 1” (Munevar, F. – Garzón E. 2006).

Parte de esta información es presentada a continuación:

En el Campo Experimental Palmar De La Vizcaína, las principales corrientes de agua corresponden a la quebrada que dio nombre a la hacienda, el Caño Peroles y El caño la María, las cuales drenan paralelas y en dirección nor-oeste. Estas quebradas conservan un buen caudal durante todo el año, especialmente La Vizcaína; El Caño Peroles y El caño la María desembocan en la quebrada La Vizcaína.

Para el Clima, En el sistema de clasificación de Holdridge (1978), el área de estudio corresponde a la zona de vida de bosque húmedo Tropical (bh-T) caracterizado por temperaturas mayores a 24°C y una precipitación promedio



anual de 2.000 a 4.000 mm. El clima ambiental predominante en la zona de estudio es tropical lluvioso de sabana, caracterizado por presentar temperaturas mayores de 18°C en el mes más frío y mayores de 22°C en el mes más cálido con precipitaciones menores de 60 mm en el mes más seco.

Para el del clima de la plantación se tomó la información meteorológica proveniente de la estación Yariguies y registros de precipitación de Palmar de la Vizcaína.

Según la estación Yariguies el área estudiada presenta una precipitación promedio anual que 2804 mm, los meses de mayor precipitación son mayo y octubre y los de menor precipitación diciembre, enero y febrero.

Los datos meteorológicos del campo experimental Palmar de la Vizcaína registran un comportamiento bimodal, con épocas secas en los meses de enero y febrero y lluviosas en los meses de octubre y noviembre con valores máximos de 522 mm en octubre y valores mínimos de 0 mm en enero. La temperatura media anual es de 28.2 °C. La temperatura más baja es de 26.1 °C en el mes de enero y la más alta de 30.7 °C en el mes de marzo.

La evaporación media anual es de 1518.4 mm, con máximas de 181.2 mm en enero y mínima de 91.1 mm en los meses de junio y noviembre. La humedad relativa anual es muy uniforme se reportan datos promedios anuales de humedad ambiental de 77%, con valores máximos de 88% en los meses de mayo y noviembre y mínimos de 63% en el mes de febrero.

El brillo solar tiene un valor promedio anual de 2138 horas sol. Los valores máximos mensuales se presentan en el mes de diciembre (272.0 horas sol) y los mínimos en mayo (11.8 horas sol).

La zona presenta déficit de humedad para el cultivo en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo. Para el campo experimental se ha notado, que este déficit se reduce debido a la alta capacidad de almacenamiento del suelo; además, las palmas no muestran síntomas (como la no apertura de las flechas, clorosis, el no llenado del fruto entre otros), que hagan pensar en la ocurrencia del déficit. Sin embargo, a pesar de que la zona posee una cantidad de precipitación total ideal para la palma, su irregular distribución hace que el cultivo presente estrés por exceso de humedad en alguna época del año.

6.3. Identificación y ubicación en campo de Puntos de muestreo para la caracterización Física de Suelos.

Se llevo a cabo la identificación de puntos de muestreo para la caracterización de suelos, además de la instalación de los pozos de observación para monitorear el comportamiento del nivel freático en el campo Experimental.

Teniendo en cuenta la metodología propuesta por el Programa de Suelos y Aguas de CENIPALMA la identificación se llevo a cabo a partir del trazado de una grilla en el plano de área en Autocad, con una dimensión de 200 m. por 200 m. en cuadro, para tener una representatividad de 4 Has. por punto de muestreo; posteriormente se determinaron las coordenadas de cada punto y con la utilización de un GPS Garmin e-trex Vista con precisión de Navegación de 5 m. se ubicaron en campo dichos puntos y se localizaron con estacas, en este proceso se ajustaron puntos siguiendo los criterios de diseño.



Figura 7. Grilla Inicial puntos de muestreo (Autocad) en el área experimental.



Figura 8. Puntos de muestreo ajustados en campo

6.4. Caracterización Física de suelos

La caracterización de suelos se llevo a cabo a través de la georeferenciación de puntos específicos, con el fin de identificar aspectos tales como su textura, estructura, consistencia, densidad aparente, entre otras. Lo que permite analizar de mejor forma el comportamiento del nivel freático y las acciones a tener en cuenta en búsqueda de dar soluciones a los problemas de excesos de agua.

La caracterización física de suelos se hizo utilizando para ello los métodos de campo conocidos; la textura se determino por el método del tacto, de igual forma la estructura y la consistencia, además de la observación de las características del perfil del suelo. La densidad aparente se determinó por el método del cilindro de volumen conocido.

Solo se hizo caracterización física de suelos, debido a que en la planeación de este protocolo no se contemplo la caracterización química, por lo cual no se implementaron estudios para determinar problemas de salinización.

Los datos producto de la caracterización fueron complementados con estudios llevados a cabo por parte de los investigadores del Programa de Suelos de CENIPALMA. Entre estos estudios esta "Caracterización de suelos y determinación de unidades de manejo agronómico en la zona central palmera de Colombia, etapa 1(Munevar F. – Garzón E., 2006).

El Campo Experimental Palmar de la Vizcaína está ubicado en la planicie aluvial y en el lomerío con pendientes entre 0 y 50%. La conforman dos tipos de relieve; la terraza baja está compuesta por: plano de terraza, cubeta de desborde y bajío; las colinas por laderas y cimas.

El estudio de suelos se hizo a escala de Consociación, para lo cual se hizo el muestreo de unidades de suelo pertenecientes a las Consociaciones La Vizcaína, Mulería, los Barrancos y Puerto Wilches (Anexo 2.).

Consociación La Vizcaína (LVp):



Fuente: Archivo Grafico Campo Experimental



Está compuesta en un 92% por suelos pertenecientes al subgrupo Fluvaquentic Eutrudept, familia franco fina sobre arcillosa semiactiva e isohipertèrmica (CP27) y el 8% restante lo forman inclusiones del subgrupo Fluvaquentic Eutrudept, familia arcillosa. (Fino, W. Cenipalma 2006).

Inceptisol en el cual el perfil no permanece seco en algunas o en todas sus partes por más de 90 días acumulativos durante el año, con problemas de drenaje en los primeros 60 cm, presentan cambio textural Abrupto en su perfil.

Paisaje: planicie aluvial.

Forma del terreno: plano de terraza

Clase de pendiente: a nivel.

Clima edáfico: ùdico, isohipertèrmico

Tipo de relieve: terraza baja.

Material parental: aluviones finos.

Grado de la pendiente: 0 - 1%

Clima ambiental: cálido y húmedo

El drenaje interno al igual que el externo es lento. El drenaje natural es imperfecto. Área con encharcamientos muy frecuentes y Profundidad efectiva moderada, limitada por fluctuaciones del nivel freático y cambio textural abrupto.

Consociación Muleria (MU):



Fuente: Archivo grafico Campo Experimental



Está compuesta en un 87% por los suelos pertenecientes al subgrupo Fluvaquentic Endoaquept, familia fina (CP33) y el 13% restante lo forman inclusiones del subgrupo Fluvaquentic Dystrudept, familia fina.

Inceptisol en el cual el perfil permanece saturado con agua en algunas o en todas sus partes por más de 30 días acumulativos durante el año. (Fino, W. Cenipalma 2006).

Paisaje: planicie aluvial.

Forma del terreno: cubeta de desborde.

Clase de pendiente: a nivel.

Clima edáfico: áquico, isohipertérmico

Tipo de relieve: terraza baja.

Material parental: aluviones finos.

Grado de la pendiente: 0 - 1%

Clima ambiental: cálido y húmedo

Tanto el drenaje interno como el externo es lento. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos frecuentes, pero de poca duración, con inundaciones ocasionales y muy cortas. La Profundidad efectiva es moderada, aunque está limitada por fluctuaciones del nivel freático.

Consociación Puerto Wilches (EB):



Fuente: Archivo grafico Campo Experimental



Está compuesta en un 85% por los suelos pertenecientes al subgrupo Oxic Dystrudept, familia fina (CP12) y 15% por inclusiones del subgrupo Oxic Dystrudept, familia franco fina.

Inceptisol en el cual el perfil no permanece seco en algunas o en todas sus partes por más de 90 días acumulativos durante el año. (Fino, W. Cenipalma 2006).

Paisaje: planicie aluvial
 Forma del terreno: plano de terraza
 Clase de pendiente: a nivel.
 Clima edáfico: údico, isohipertérmico

Tipo de relieve: terraza media.
 Material parental: aluviones finos.
 Grado de la pendiente: 0-1%
 Clima ambiental: cálido y húmedo

El drenaje interno al igual que el externo es lento. El drenaje natural es bueno. El área no presenta encharcamientos. La Profundidad efectiva es profunda, y sin limitaciones de uso.

Consociación Los Barrancos (LB):



Fuente: Archivo grafico Campo Experimental



Está compuesta en un 86% por los suelos pertenecientes al subgrupo Typic Dystrudept, familia fina (CP31) y el 14% restante lo forman inclusiones el subgrupo Fluventic Humic Dystrudept, familia franco fina.

Inceptisol en el cual el perfil no permanece seco en algunas o en todas sus partes por más de 90 días acumulativos durante el año. (Fino, W. Cenipalma 2006).

Paisaje: lomerío	Tipo de relieve: colinas.
Forma del terreno: laderas y cimas	Material parental: aluviones finos.
Clase de pendiente: fuertemente inclinada.	Grado de la pendiente: 7-50%
Clima edáfico: údico, isohipertérmico	Clima ambiental: cálido y húmedo

El drenaje interno al igual que el drenaje externo es lento,. El drenaje natural es bien drenado. El área no presenta encharcamientos ni inundaciones. La Profundidad efectiva es profunda, con la limitante de uso de presentar pendientes muy fuertes.

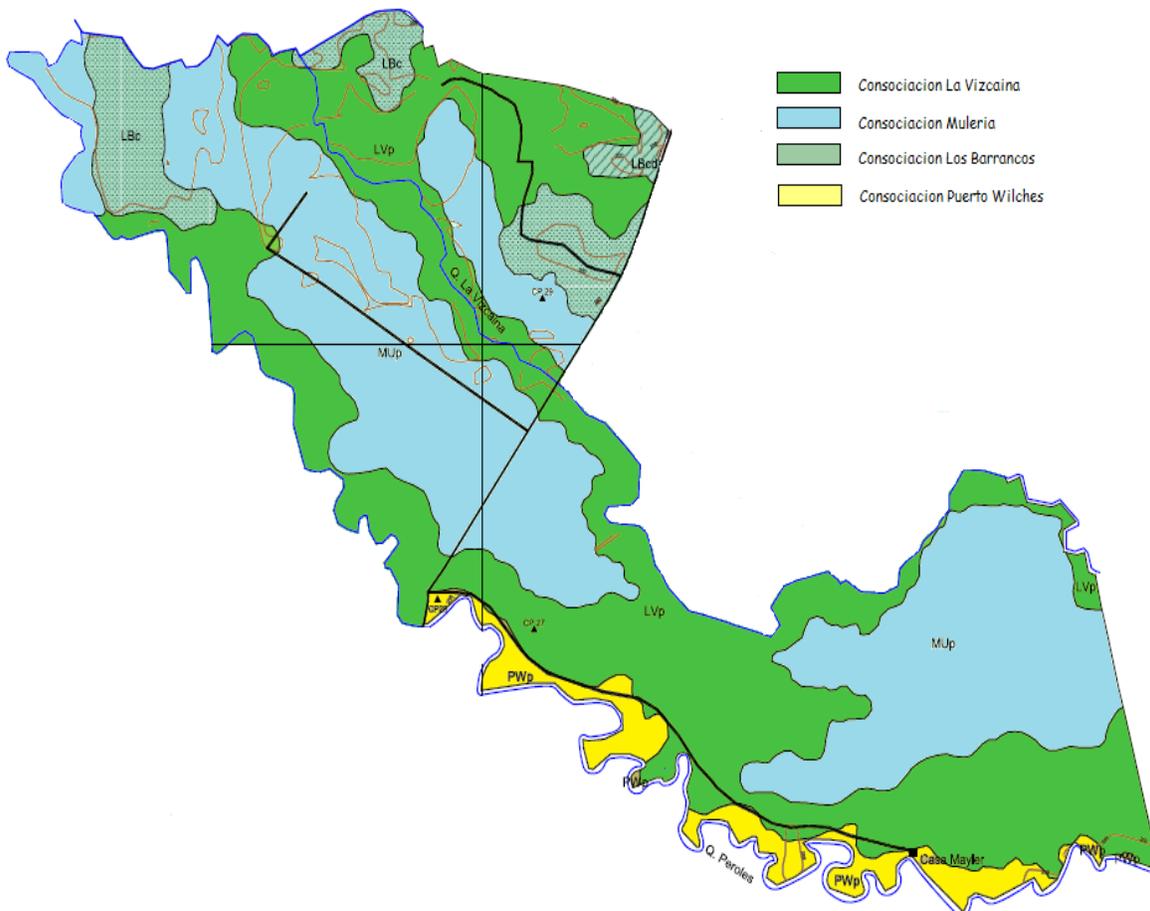


Figura 9. Distribución de las Consociaciones en el Campo Experimental

Para la caracterización de los puntos que se muestran en la figura 7, se construyeron calcatas de 50 * 50 * 50 cm y en su fondo se barrenaron para alcanzar una profundidad total de 170 cm.

Cuadro 1. Caracterización Física de Suelos para el Palmar de la Vizcaína

LOTE (Bloque)	TAXONOMIA	DESCRIPCION
L1 (B1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 40% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Eutrudept. ✓ 50% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Endoaquept. ✓ 10% área pertenece al subgrupo Oxic Dystrudept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Texturas F, FAr y Ar ✓ K muy lenta y mod. lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.6 gr/cm³
L2 (B1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 90% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Eutrudept. ✓ 10% área pertenece al subgrupo Oxic Dystrudept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Texturas FAr y Ar ✓ K muy lenta y lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.6 gr/cm³
L3 (B1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pertenece al subgrupo Fluvaquentic Endoaquept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Texturas FAr y Ar ✓ K lenta y muy lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.6 gr./cm³
L4 (B1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pertenece al subgrupo Fluvaquentic Endoaquept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura Ar ✓ DA mayor a 1.4 gr./cm³ ✓ K muy lenta y mod. lenta
L5 (B1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pertenece al subgrupo Fluvaquentic Endoaquept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Texturas FAr y Ar ✓ K lenta y mod. Lenta ✓ DA entre 1.0 y 1.6 gr./cm³
L6 (B1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pertenece al subgrupo Fluvaquentic Endoaquept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Texturas FAr y Ar ✓ K lenta y mod. Lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.4 gr./cm³
L7 (B1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pertenece al subgrupo Fluvaquentic Eutrudept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura FAr y Ar ✓ K muy lenta y lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.4 gr./cm³
L8 (B1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pertenece al subgrupo Fluvaquentic Endoaquept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura Ar ✓ DA entre 1.2 y 1.4 gr./cm³ ✓ K muy lenta
L1 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 20% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Eutrudept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura Ar ✓ K muy lenta

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 80% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Endoaquept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ DA entre 1.0 y 1.2 gr./cm³
L2 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 30% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Eutrudept. ✓ 70% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Endoaquept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura Ar superficial ✓ K muy lenta ✓ DA entre 1.0 y 1.4 gr./cm³
L3 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pertenece al subgrupo Fluvaquentic Endoaquept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura Ar ✓ K muy lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.4 gr./cm³
L4 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pertenece al subgrupo Fluvaquentic Eutrudept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura Ar ✓ K lenta ✓ DA entre 1.4 y 1.6 gr./cm³
L5 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 60% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Eutrudept. ✓ 40% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Endoaquept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura Ar muy superficial ✓ K muy lenta y lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.6 gr./cm³
L6 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 60% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Eutrudept. ✓ 40% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Endoaquept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura Ar muy superficial ✓ K muy lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.6 gr./cm³
L7 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 20% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Eutrudept. ✓ 80% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Endoaquept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura FAr y Ar superficial ✓ K muy lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.4 gr./cm³
L8 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 10% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Eutrudept. ✓ 90% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Endoaquept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura Ar ✓ K muy lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.6 gr./cm³
L9 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 30% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Endoaquept. ✓ 70% área pertenece al subgrupo Typic Dystrudept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura Ar ✓ K muy lenta ✓ DA entre 1.4 y 1.6 gr./cm³
L10 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 30% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Eutrudept. ✓ 70% área pertenece al subgrupo Typic Dystrudept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura FAr y Ar ✓ K lenta ✓ DA entre 1.4 y 1.6 gr./cm³
L11(B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 60% área pertenece al subgrupo Fluvaquentic Eutrudept. ✓ 40% área pertenece al subgrupo Typic Dystrudept. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura FAr y Ar ✓ K lenta ✓ DA entre 1.4 y 1.6 gr./cm³

Para el campo experimental, se tomó el área como perteneciente a la clase agrológica C, con moderadamente alto potencial de escorrentía, suelos con tasas de infiltración lentas cuando están bien mojados, principalmente con una capa que impide el movimiento del agua libremente hacia abajo, con texturas moderadamente finas a finas y conductividad hidráulica lenta.

El 86% de los suelos del Palmar de la Vizcaína se encuentran en un paisaje de planicie aluvial con relieve de terraza baja, clima ambiental cálido y húmedo y clima edáfico údico e isohipertérmico. Mientras que el 14% de los suelos se encuentran en paisaje de colinas. La caracterización completa se muestra en el Anexo 3.



Color del suelo (texturas pesadas)

Para la caracterización física de los perfiles del suelo, se agruparon según las texturas de estos así:

Suelos Pesados: se representan con el color morado y agrupa las texturas Arcillosas, Arcillo Limosas, Arcillo Arenosas y Franco Arcillo Limosas.

Suelos Medianos: se representan con el color Verde y agrupa las texturas Francas, Franco Arcillosas, Franco Arcillo Arenosas y Franco Limosas.

Suelos Livianos: representados con el color Amarillo y agrupa las texturas Arenosas y Franco Arenosas.



Figura 10. Perfiles Caracterización Física de Suelos

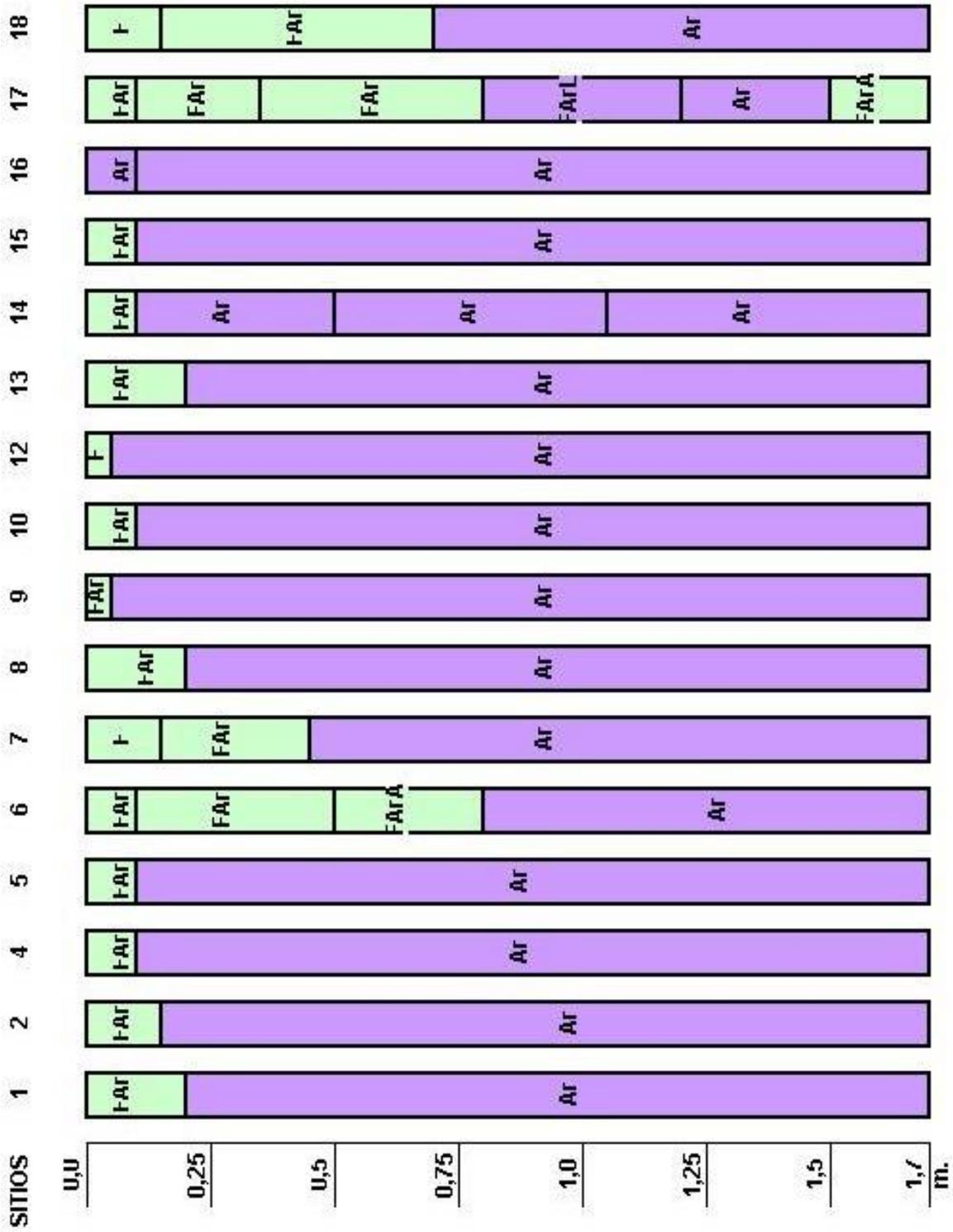




Figura 11. Perfiles Caracterización Física de Suelos

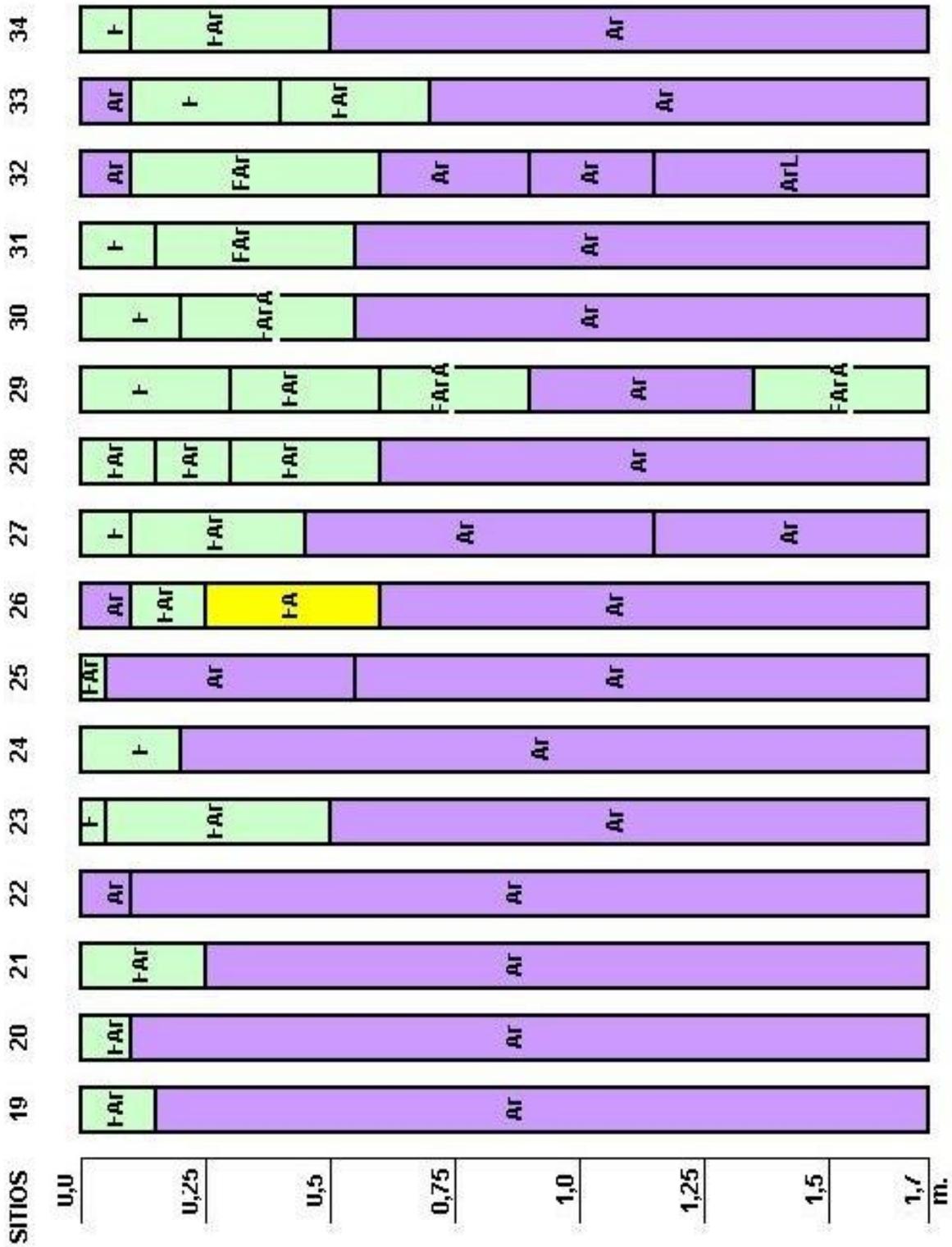




Figura 12. Perfiles Caracterización Física de Suelos

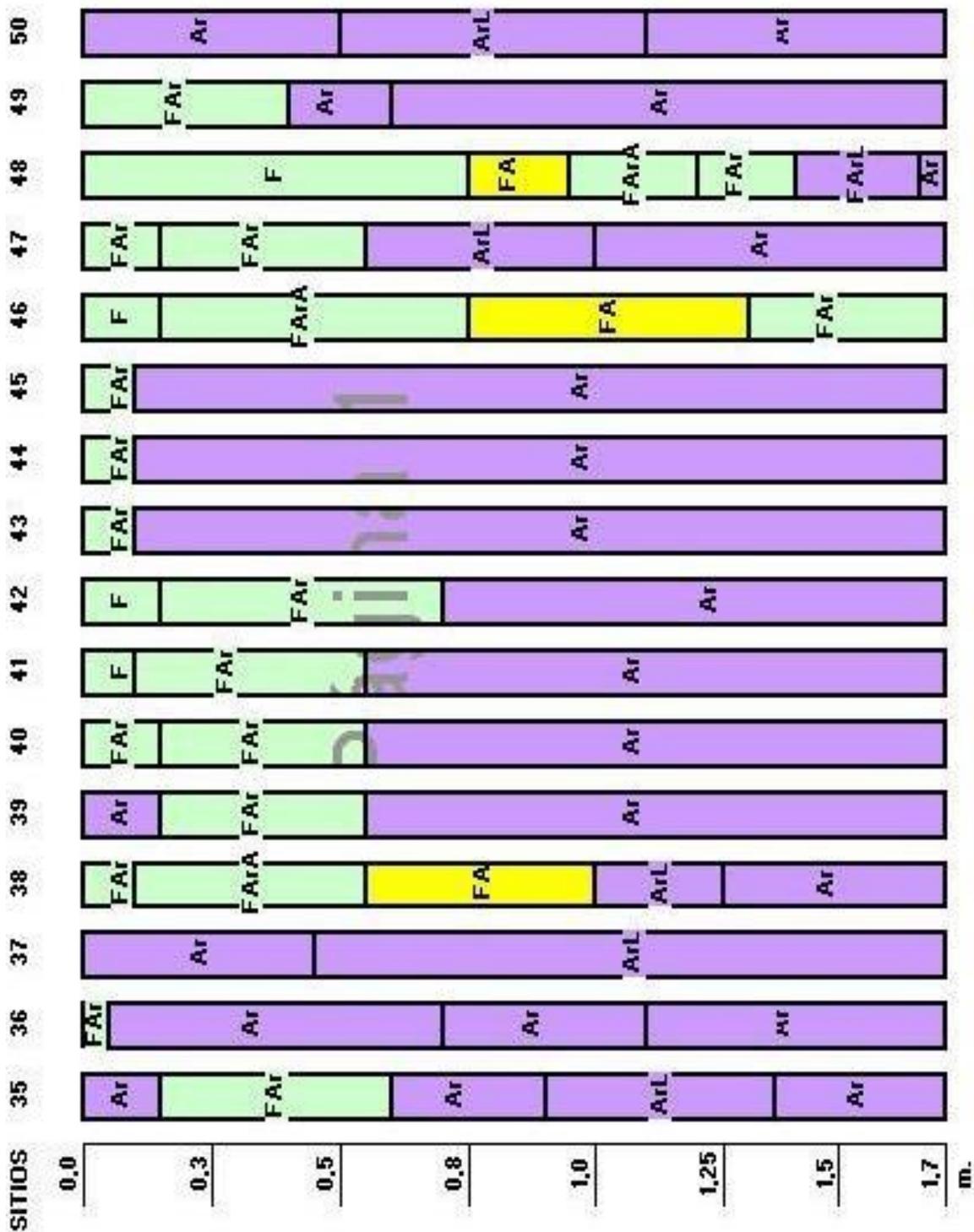
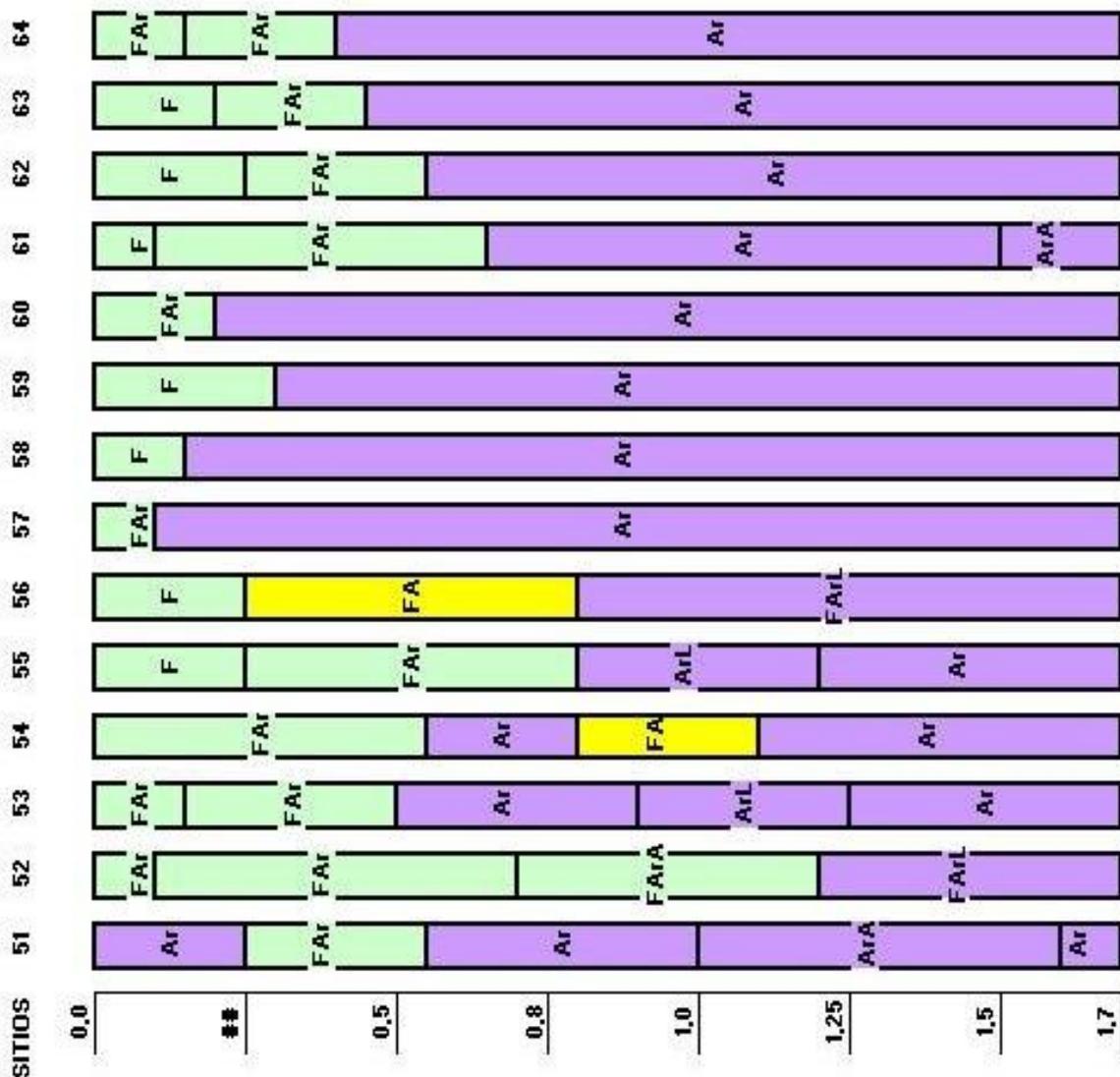




Figura 13. Perfiles Caracterización Física de Suelos



Con los perfiles descritos de la caracterización física de suelos se determinó la profundidad a la cual se debían instalar los freatómetros para el monitoreo del nivel freático en el campo experimental.

6.4.1. Densidad Aparente

Las pruebas de Densidad Aparente para el Campo experimental se hicieron por el método del cilindro de volumen conocido a 10 y 40 cm. de profundidad. Las muestras se llevaron al horno a 105 °C durante 24 horas. (IGAC, Métodos Analíticos del Laboratorio de Suelos. 1990).

Tabla 8: Densidad Aparente del suelo

POZO	UBICACIÓN	DA	DA2
		gr/cm ³	
6	L97FINALL3B2	1.643	1.656
12	L51P9L2B2	1.134	1.304
13	L47FINALL3B2	1.399	1.284
22	L27P18L6B2	1.326	1.425
23	L31P1L7B1	1.385	1.341
25	L43P11L7B1	1.454	1.655
26	L42P1L2B1	1.322	1.416
28	L77P8L2B1	1.538	1.274
29	L16P2L2B1	1.362	1.863
31	L113P6L2B1	1.083	1.226
32	L51P8L2B1	1.509	1.605
34	L48P2L4B1	1.610	1.375
35	L14P5L4B1	1.366	1.457
36	L25P22L4B1	1.536	1.304
37	L10P6L5B1	1.534	1.312
39	L40P36L5B1	1.312	1.589

POZO	UBICACIÓN	DA	DA2
		gr/cm ³	
40	L20P10L6B1	1.358	1.623
42	L5P1L4B2	1.393	1.681
44	L5P1L16B1	1.370	1.414
46	L15P13L1B1	1.541	1.573
50	L39P5L4B1	1.604	1.346
51	L15P30L5B1	1.052	1.055
52	L45P7L5B1	1.126	1.108
53	L13P27L6B1	1.196	1.184
54	L31P11L6B1	1.326	1.435
55	L58P3L6B1	1.512	1.502
57	L48P17L8B2	1.380	1.370
58	L14P16L7B2	1.333	1.441
60	L20P3L2B2	0.978	1.309
61	L30PfinalL10B2	1.465	1.413
62	L26P32L7B1	1.356	1.404

La columna UBICACIÓN debe interpretarse de la siguiente manera:

LINEA Ej: L113 LINEA 113
 PALMA Ej: P6 PALMA 6
 LOTE Ej: L2 LOTE 2
 BLOQUE Ej: B1 BLOQUE 1

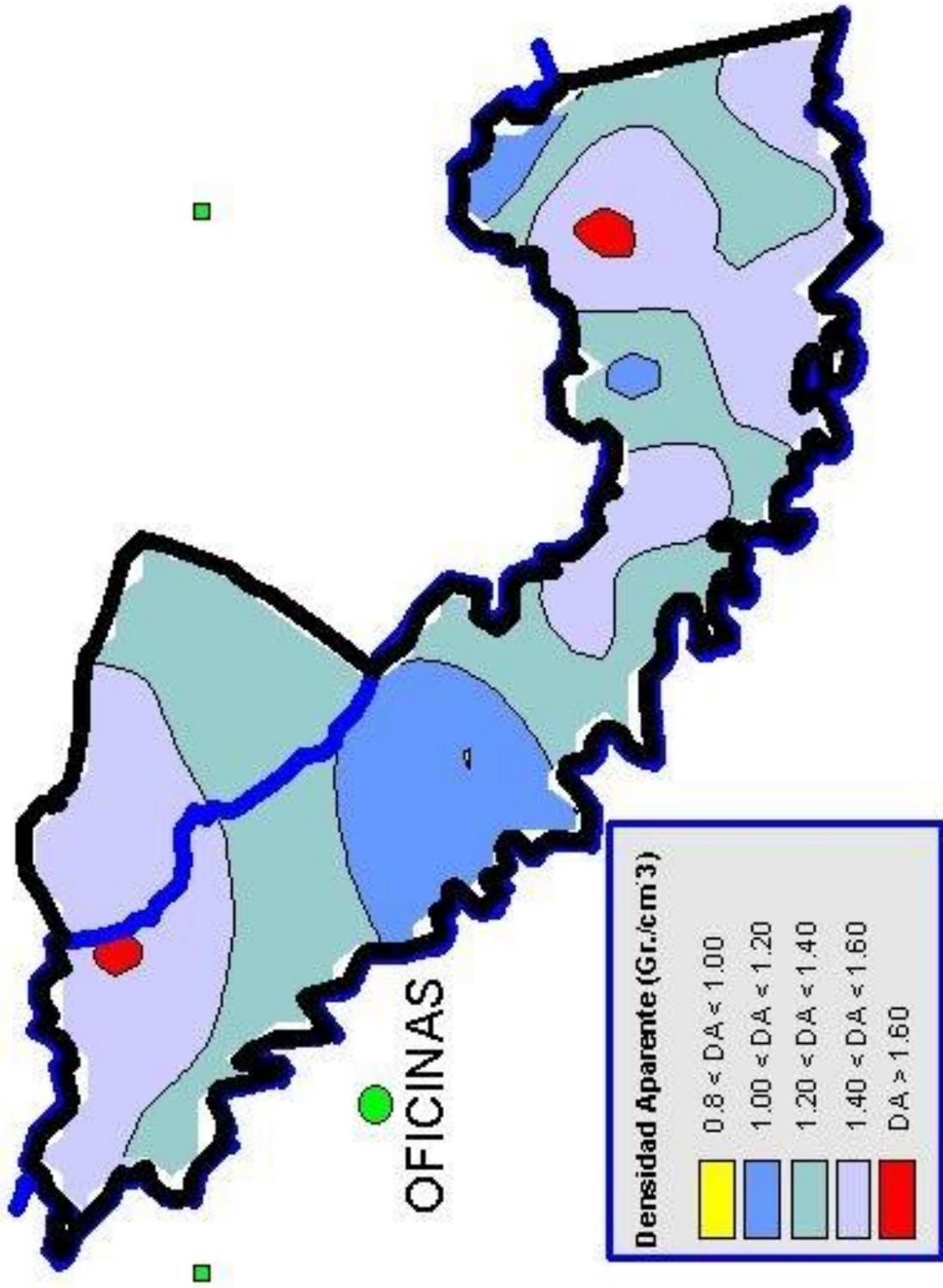
PALMA 6 BLOQUE 1
L113P6L2B1
 LINEA 113 LOTE 2

Los datos de la columna DA corresponden a las muestras tomadas en los primeros 10 cm. y el DA2 a las muestras tomadas a los 40 cm.

Las densidades aparentes de los suelos son altas, estos resultados pueden estar asociados a las texturas pesadas de los suelos del Campo, acompañadas por los frecuentes excesos de humedad en estos suelos.

Es importante, para disminuir la compactación evitar al máximo la utilización de maquinaria pesada en lotes con exceso de compactación.

Figura 14. Densidad Aparente del suelo en el Campo Experimental.





6.4.2. Conductividad Hidráulica

Se llevo a cabo las pruebas de conductividad hidráulica para los bloques 1 y 2 del campo experimental (ver figura 15). Las pruebas se desarrollaron a partir de la aplicación de dos métodos:

Método de Auger Hole, Hooghoudt o Pozo Barrenado, el cual se aplicó para los pozos en los cuales se encontró Nivel Freático.

El gran inconveniente de este método es que solo mide la permeabilidad de los estratos ubicados por debajo del Nivel freático. (PIZARRO F. 1989).

Para esto se utilizo la siguiente ecuación:

$$K = C * V \quad (\text{m/día})$$

$$V = \frac{\Delta h}{\Delta t} \quad (\text{cm/seg.})$$

S=0, el pozo descansa sobre la barrera.

$$C = \frac{3600r^2}{(H+10r) \left(2 - \frac{h}{H}\right) h}$$

Método de Porchet, o pozo Barrenado Invertido, este método se aplico para los pozos en los cuales no se encontró el Nivel Freático. (MALAGON D. 1974).

Para esto se utilizo la siguiente ecuación:

$$k = r/2 \frac{\ln (h_1 + r/2) - \ln (h_n + r/2)}{t_n - t_1} \quad (\text{cm/seg.})$$

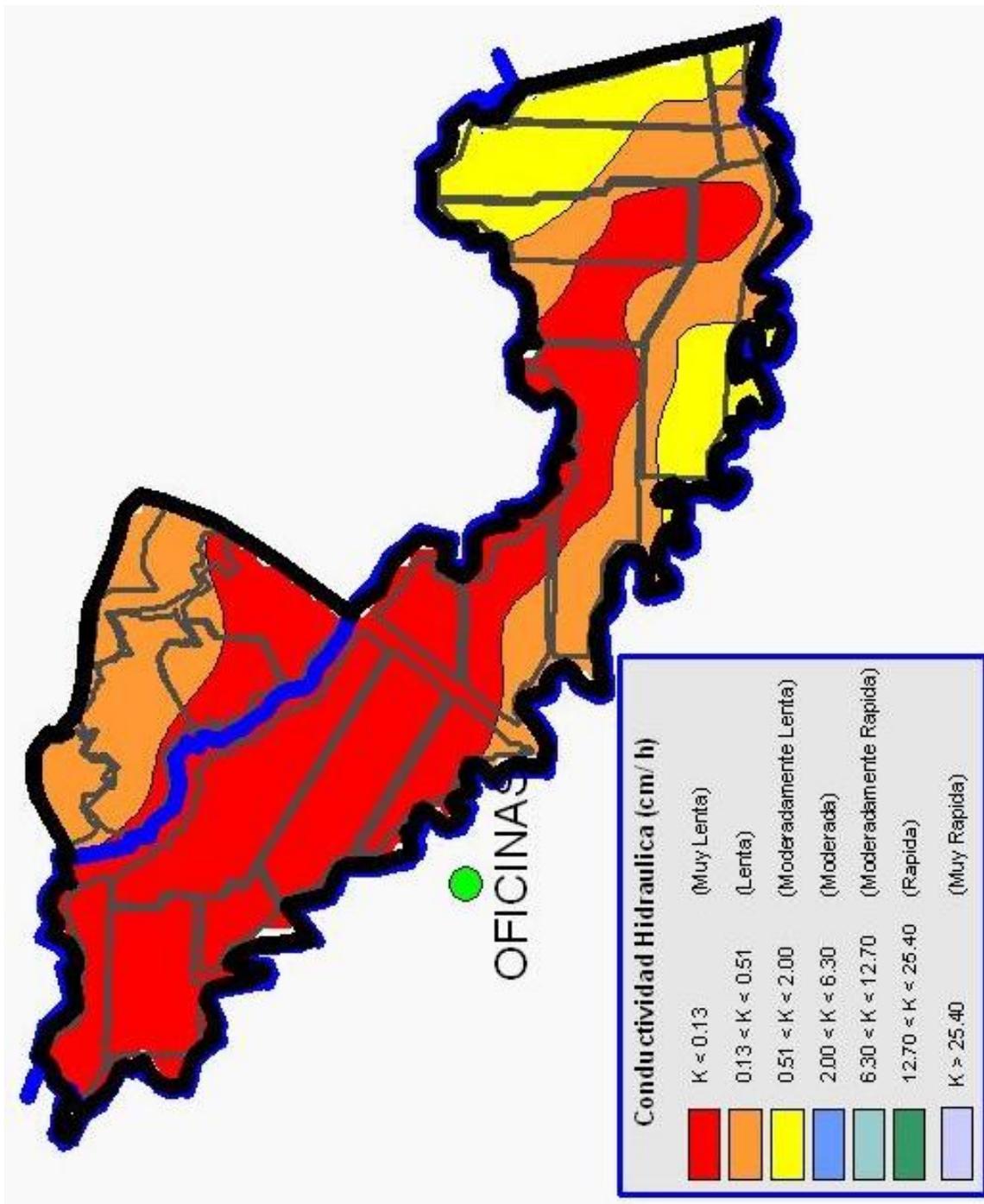
$$k = 432 r \frac{\ln (h_1 + r/2) - \ln (h_n + r/2)}{t_n - t_1} \quad (\text{m/día.})$$

Tabla 9: Conductividad Hidráulica del suelo.

numero pozo	X	Y	COTA	K (m./día)	K (cm./hora)	Interpretación
1	1040738	1266099	194.2	0.009	0.037	Muy Lenta
6	1041188	1266050	195.1	0.023	0.097	Muy Lenta
7	1041110	1265586	196.1	0.011	0.045	Muy Lenta
12	1041442	1265360	195.6	0.015	0.061	Muy Lenta
13	1041513	1265800	194.6	0.005	0.021	Muy Lenta
17	1041415	1266030	195.5	0.037	0.155	Lenta
22	1042106	1265729	195.6	0.006	0.024	Muy Lenta
23	1041837	1264859	197	0.06	0.251	Lenta
25	1042085	1264894	196.4	0.013	0.053	Muy Lenta
26	1042154	1264663	197.7	0.072	0.299	Lenta
27	1042264	1264808	196.6	0.007	0.031	Muy Lenta
28	1042429	1264674	196.9	0.013	0.052	Muy Lenta
29	1042492	1264395	198.4	0.306	1.274	Moderadamente lenta
30	1042600	1264562	197.3	0.003	0.012	Muy Lenta
31	1042707	1264714	196.4	0.009	0.038	Muy Lenta
32	1042746	1264444	198	0.149	0.619	Moderadamente lenta
34	1042983	1264754	197	0.034	0.14	Lenta
35	1043028	1264483	198.3	0.014	0.059	Muy Lenta
36	1043146	1264642	197.5	0.028	0.117	Muy Lenta
37	1043263	1264794	197.5	0.306	1.275	Moderadamente Lenta
39	1043306	1264528	198.3	0.083	0.346	Lenta
40	1043422	1264679	198.3	0.22	0.916	Moderadamente Lenta
41	1041734	1265066	196.6	0.008	0.033	Muy Lenta
42	1041932	1265941	195.6	0.073	0.306	Lenta
44	1043134	1264261	199.1	0.017	0.072	Muy Lenta
47	1042907	1264328	198.8	0.049	0.182	Lenta
50	1043104	1264911	197	0.189	0.786	Moderadamente lenta
51	1043223	1265067	197	0.231	0.962	Moderadamente Lenta
52	1043382	1264951	198	0.32	1.333	Moderadamente lenta
53	1043483	1264838	198	0.256	1.065	Moderadamente Lenta
54	1043550	1264561	199.1	0.139	0.581	Moderadamente lenta
55	1043467	1264411	199.7	0.155	0.645	Moderadamente lenta
58	1041105	1265717	195.8	0.007	0.03	Muy Lenta
60	1041704	1265161	195.8	0.014	0.059	Muy Lenta
62	1042084	1265026	195.5	0.021	0.089	Muy Lenta
63	1042279	1264683	196.8	0.009	0.036	Muy Lenta

Se observó que el 60% del Campo Experimental presenta Conductividad hidráulica (K) muy lenta a lenta. Solo el 18% muestra K moderadamente lenta. Esta propiedad asociada a las texturas pesadas de los suelos del campo experimental, los cuales presentan impedimentos para el drenaje libre del agua.

Figura 15. Conductividad Hidráulica del suelo en el Palmar de la Vizcaína.



En la figura 15 se observa que los suelos a adecuar en 2007, presentan conductividad hidráulica moderadamente lenta, con un valor de 0.320 m/día Valor con el cual se diseño las obras de drenaje.

6.5. Ampliación de red Freatimétrica

Se hizo ampliación de la red Freatimétrica a partir de los perfiles obtenidos en la caracterización física de suelos; los pozos de observación se instalaron en los puntos identificados en el estudio de suelos, siendo la red de medición conformada por 62 puntos (Anexo 4). La profundidad de los pozos de observación están entre los 90 cm. y los 120 cm. (CENIPALMA 2006).

Figura 16. Distribución de pozos de Observación en el Campo Experimental.

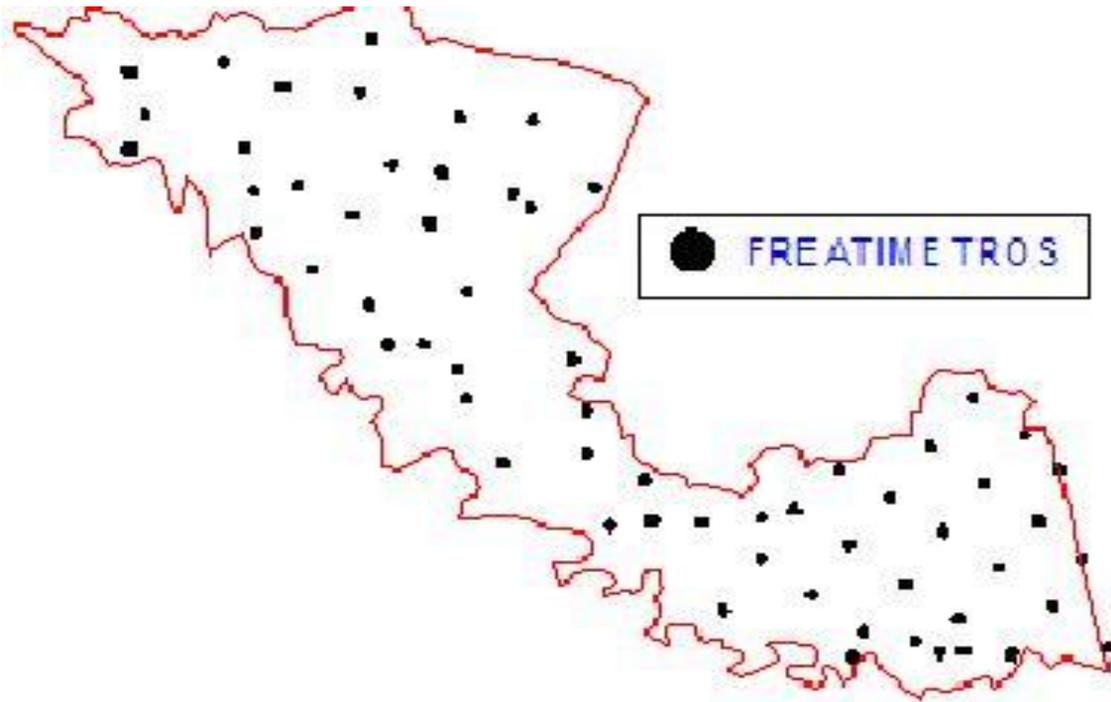
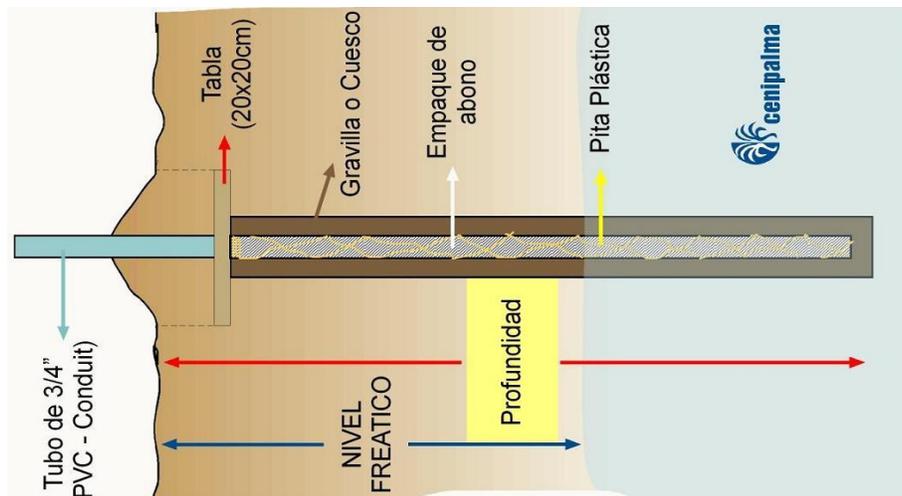


Figura 17. Pozo de observación.





6.6. Recolección, Procesamiento y Análisis de la información de los pozos de observación.

Se hizo lectura de los pozos de observación 24, 48 y hasta 72 horas después de un evento de lluvia mayor o igual a 20 mm. Con esta información se observó la fluctuación del nivel freático en el Campo experimental y la velocidad con que este descendía. Para algunas zonas del bloque 2 se observó que la velocidad de descenso era muy lenta y se mantenía el Nivel freático encima a todo momento, lo que permitió identificarlo como zona crítica de drenaje.

Con la ampliación de la red Freatimétrica, se realizaron lecturas de los pozos de observación cada 15 días (Anexo 5), esto se hizo por decisión de la administración del Campo Experimental con el fin de disminuir los costos; cabe resaltar que los datos recolectados 24, 48 y 72 horas después de un evento de lluvia son importantes ya que permiten estimar la velocidad con que el agua se mueve en el perfil del suelo; esta información se determinó a partir de las pruebas de conductividad hidráulica.

6.7. Generación de Curvas

A partir de la información recolectada a través de la lectura de los Freatímetros, se trazaron los mapas de Isohypsas e Isóbatas.

6.7.1. Curvas Isohypsas

Estas curvas permiten identificar la dirección de flujo del agua que se encuentra en el perfil del suelo, al igual que la cota a la que se encuentra el Nivel Freático comparativamente con el Nivel del Terreno. Teniendo en cuenta el principio de que el agua se mueve de un sitio de mayor presión a uno de menor presión.

En el campo experimental el comportamiento de las direcciones de flujos estas directamente relacionadas con las lluvias, ya que al presentarse una precipitación, el nivel de la quebrada La Vizcaína se eleva ocasionando el represamiento del Caño Peroles que igualmente sube su nivel, en algunos casos llegando a desbordarse y generando un flujo de corrientes de agua desde el Peroles hacia el centro de los lotes y La Vizcaína, generando encharcamientos y aumento de los niveles freáticos. Esto ligado a que la topografía plana y la superficie irregular del campo experimental lo hacen muy propenso a presentar problemas de excesos de agua.

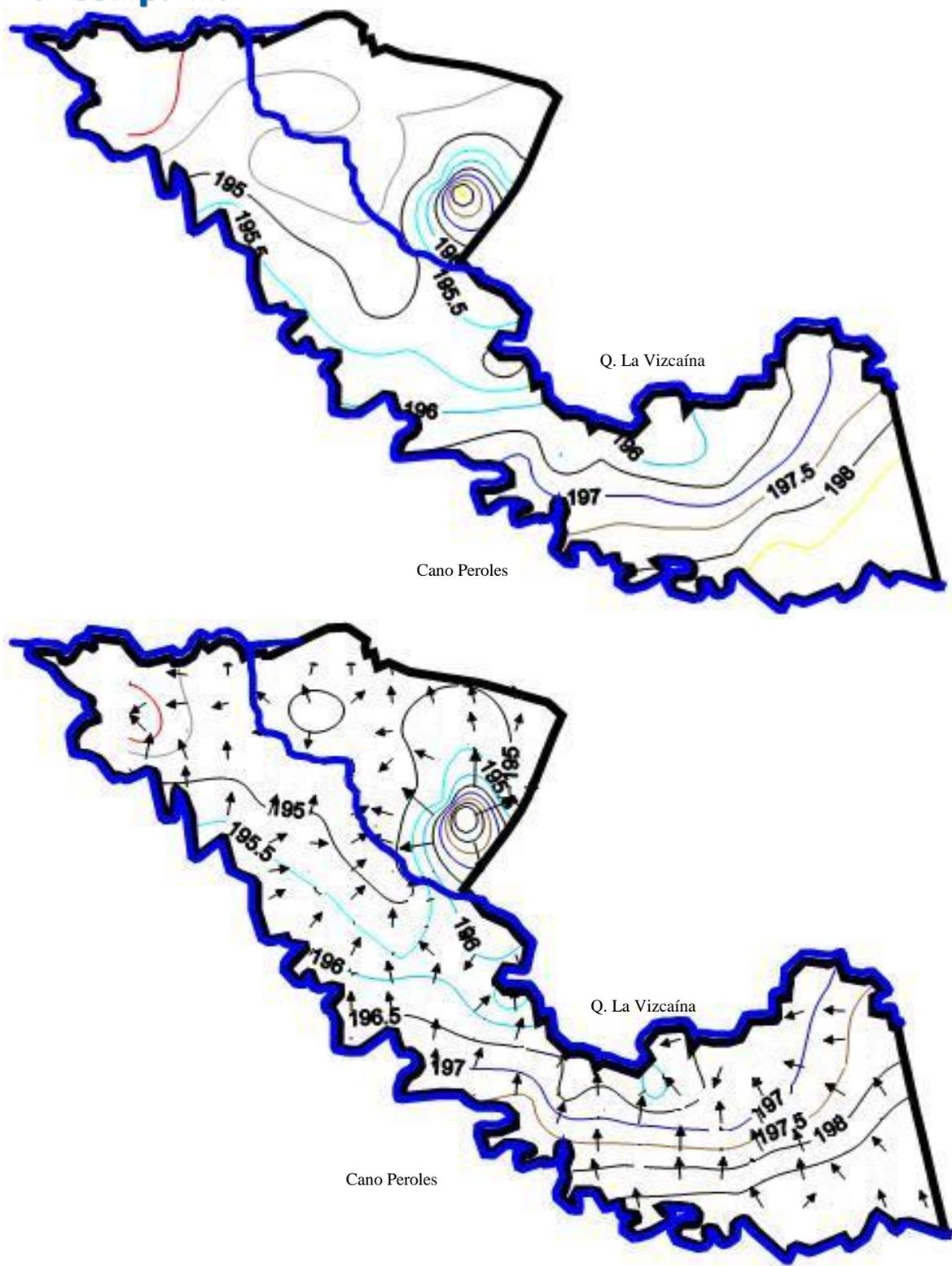


Figura 18. Curvas Isohypsas (arriba) y líneas de flujo (abajo) en el Campo Experimental (31 agosto 2006).



De estas observaciones se puede resaltar que el flujo de agua en el palmar de la Vizcaína mantiene una dinámica constante y que no presenta mayores alteraciones en su dirección.

En periodos de poca precipitación La Quebrada La Vizcaína actúa como el principal drenaje natural del campo experimental, esto debido a que presenta niveles muy bajos; por otro lado, el Caño peroles actúa como la principal fuente de recarga del nivel freáticos, haciendo que las líneas de flujo de agua presenten una dirección que va desde el Peroles hacia La Vizcaína.

6.7.2. Curvas Isobatas

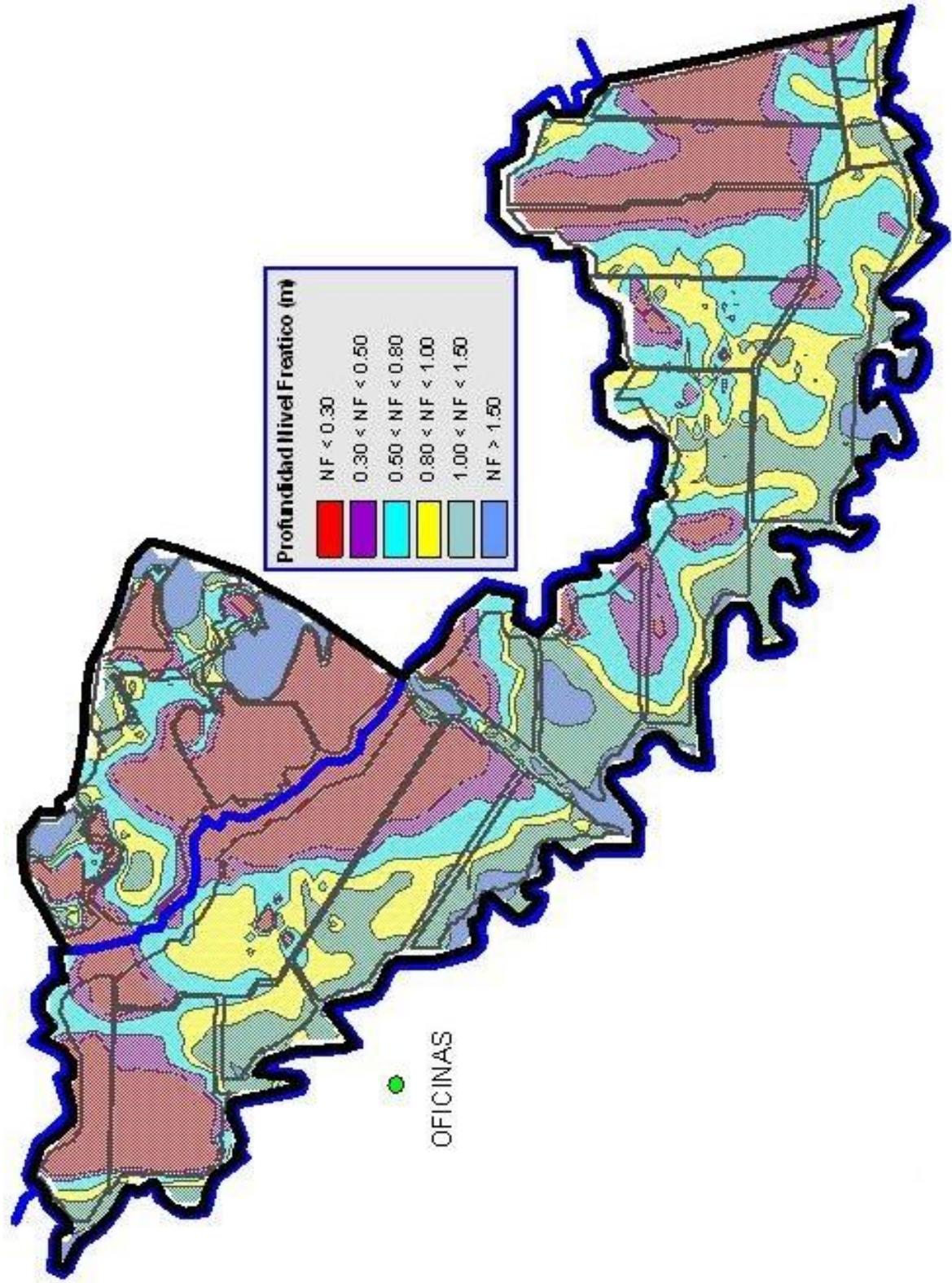
En los mapas de Isobatas se observó cómo y dónde se están acumulando las aguas luego de una precipitación o riego.

Con las lecturas de los freatómetros se trazó las isobatas para los bloques 1 y 2 del campo experimental. Allí se observó como el nivel freático de esta zona varia directamente con la precipitación, presentando un aumento que depende de la cantidad de lluvia, de modo que en los meses de poca precipitación se presentan niveles freáticos bajos y en épocas de abundantes lluvias los NF se elevan considerablemente. Esto es comprobable a través de la superposición de los mapas de isobatas con los mapas de distribución de lluvias.

Los análisis de distribución de las lluvias y la fluctuación de los niveles freáticos permitieron determinar la relación directa de estos dos aspectos. Al hacer seguimiento a los niveles freáticos del campo experimental, se determinó las zonas que presentan mayores problemas de excesos de agua, esto permitió tomar las acciones a desarrollar para la solución de estos problemas.

Se determinaron las isobatas del 31 de agosto como las del periodo crítico, debido a que pese a no presentarse precipitaciones 19 días antes de las lecturas, aun se observaron zonas con nivel freático muy superficial, lo que llamó enormemente la atención.

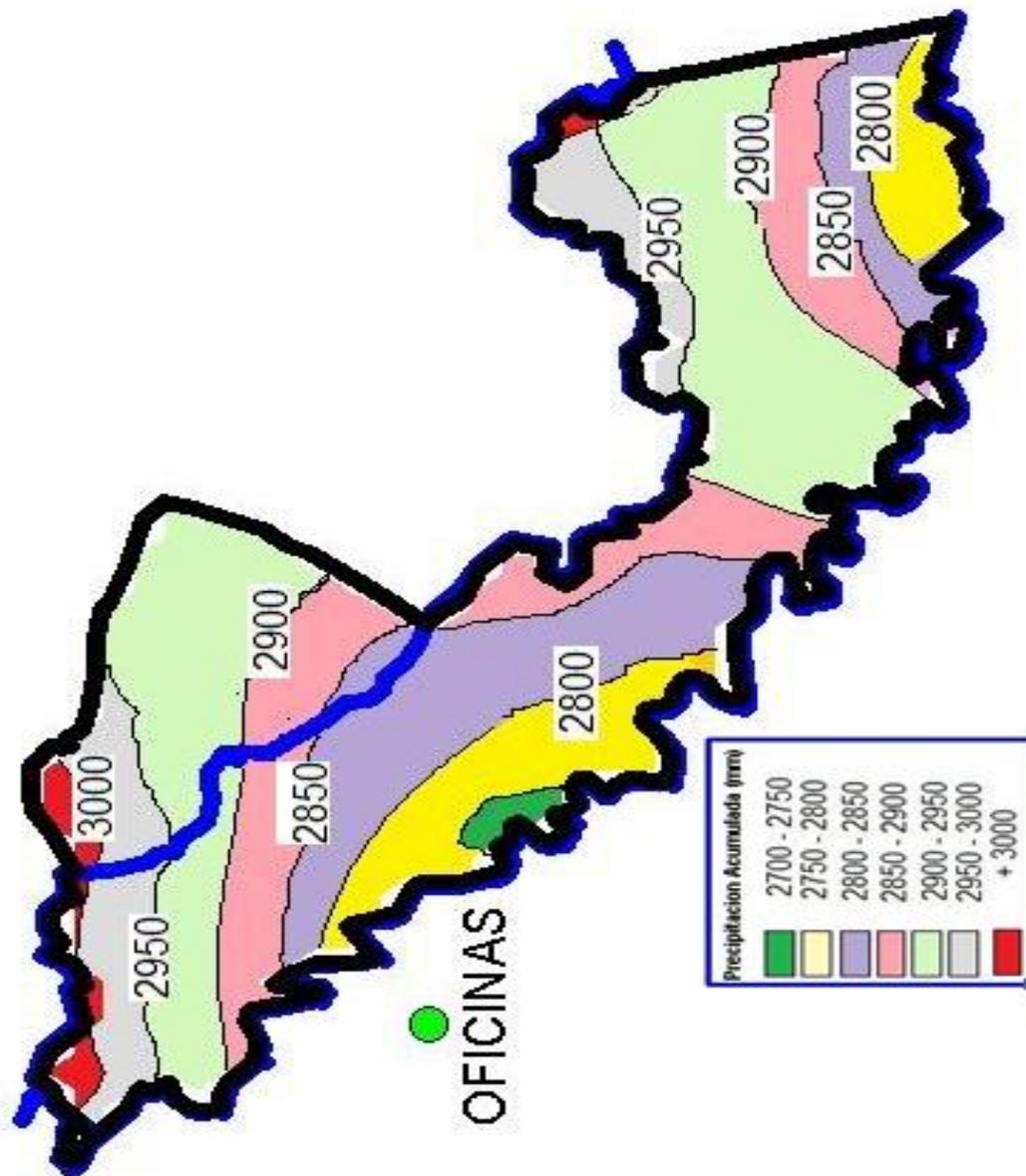
Figura 19. Curvas Isóbatas periodo Crítico (31 agosto 2006).



6.7.3. Curvas Isoyetas

Se construyeron mapas de distribución de las lluvias en el campo experimental, lo que permitió determinar la relación directa de precipitación con recarga del nivel freático; además con esta información se trazaron curvas de Déficit Hídrico.

Figura 20. Isoyetas Acumuladas Campo Experimental Palmar De La Vizcaína (ENE – NOV 2006)



Es importante conocer la distribución de la precipitación, ya que permite calcular de acuerdo a las características de suelos, las laminas de escorrentía, valor útil para el dimensionamiento de los canales de drenaje.



6.8. Balances Hídricos

Con los datos de precipitación obtenidos, se calculó el balance hídrico para lo cual se tuvo en cuenta la precipitación efectiva, el déficit acumulado, la lámina de agua aprovechable entre otros.

Para los balances hídricos se consideraron dos alternativas: la primera consistió en tomar como evapotranspiración 6 mm/día para el Campo Experimental, este valor es el que se utiliza tradicionalmente en la zona.

Para la segunda alternativa se tomaron los datos de evaporación de la estación Yarigües ubicada a 30 Km. del Campo experimental; y este valor fue afectado por un factor de referencia de 0.8 y un factor de cultivo de 0.9. El Campo Experimental cuenta con una estación Agrometeorológica pero en el periodo de estudio se encontraba fuera de servicio.

Para determinar el balance hídrico se utilizó la tabla de cálculo diseñada por el Programa de Suelos y Aguas de CENIPALMA.

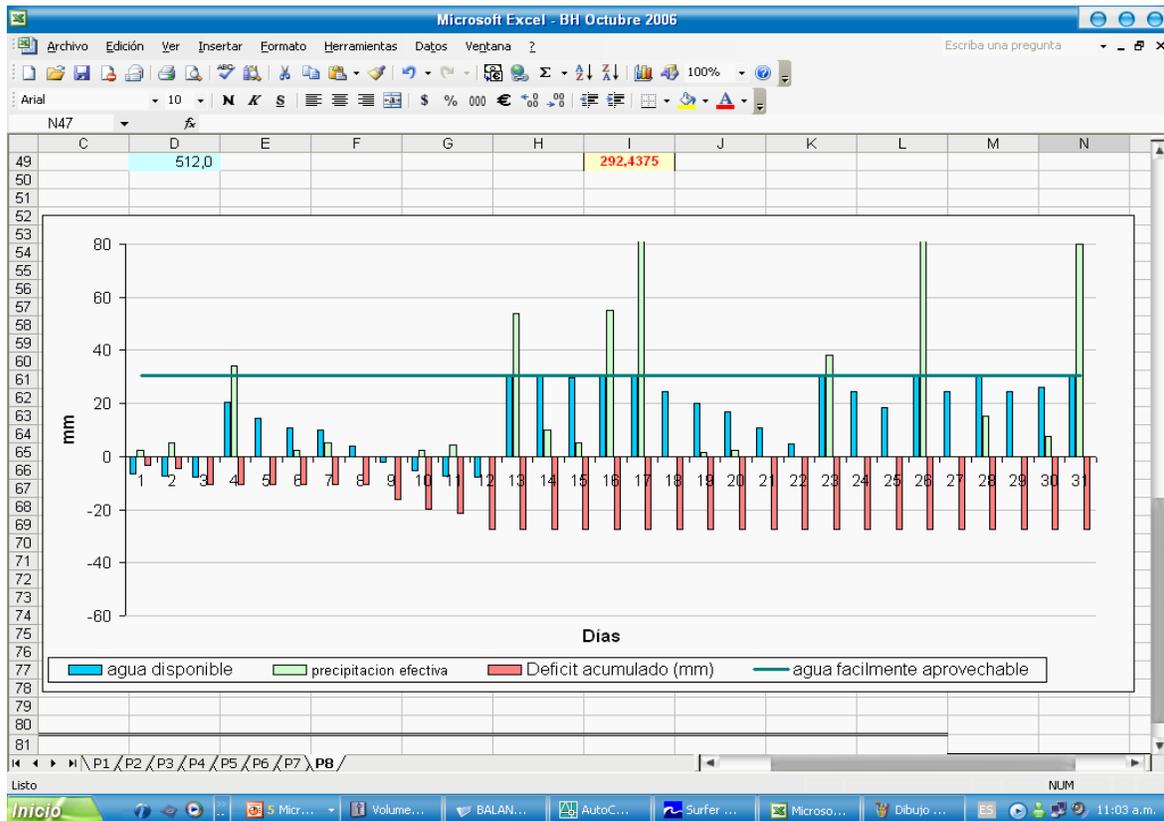


Figura 21. Balance Hídrico (octubre / 2006) utilizando los datos de precipitación del campo experimental y evaporación de 6 mm/día.

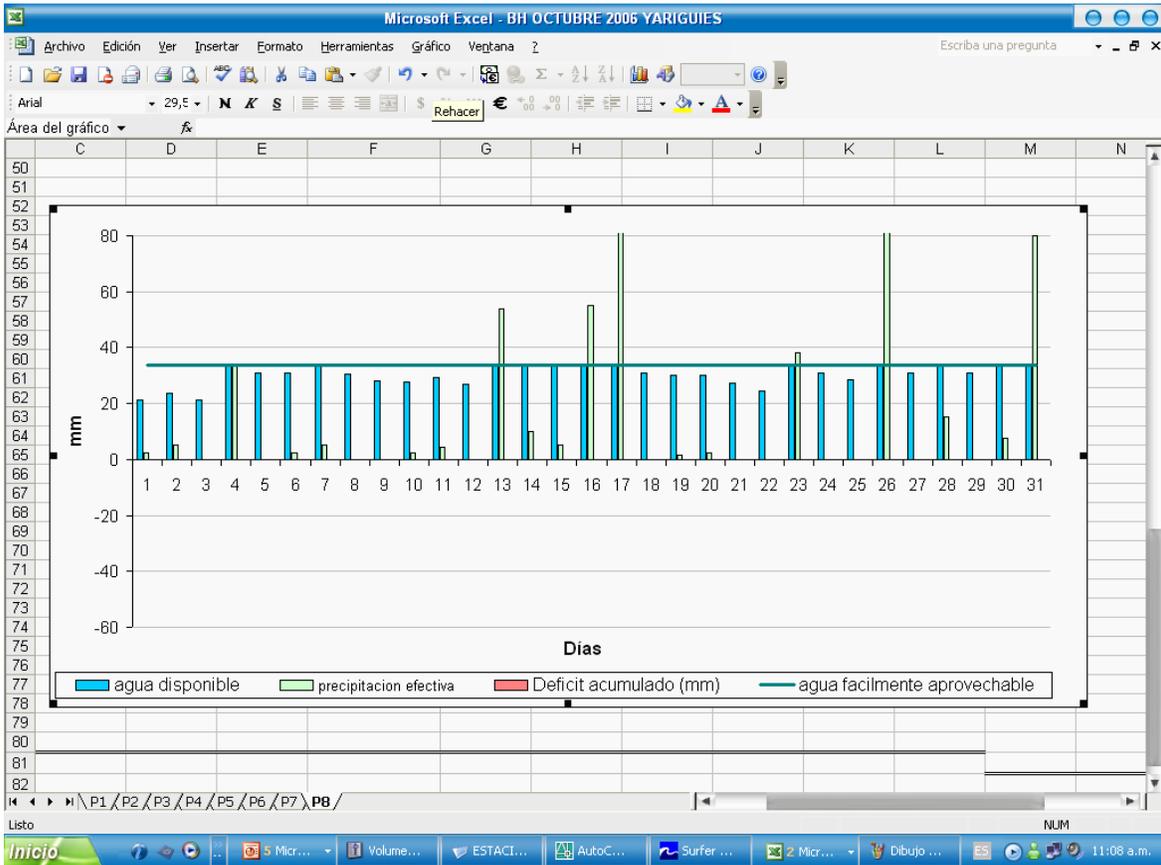


Figura 22. Balance Hídrico (octubre / 2006) utilizando los datos de precipitación del campo experimental y los datos de evaporación de la estación Yariquies afectado por factor de referencia de 0.8 y factor de cultivo de 0.9.

El análisis de los resultados del balance hídrico con la constante de 6 mm/día arrojaron que se presenta déficit hídrico (barras rojas figura 21) a lo largo del año; mientras que como se ve en la figura 22, con los datos de Yariquies el déficit hídrico es 5 veces menor al obtenido con 6 mm/día, y solo se presenta en los meses más secos del año.

Pese a los datos obtenidos de balance hídrico por ambas alternativas, en el campo experimental no se ve reflejado el déficit hídrico en ningún periodo del año, esto puede estar directamente asociado a la alta capacidad de retención de humedad de los suelos y a la apropiada cobertura que presentan los mismos, lo que le permite al cultivo contar con agua la mayor parte del año. Además de esto la palma es un cultivo muy rústico que no presenta síntomas de déficit hídrico con facilidad.

6.9. Déficit Hídrico

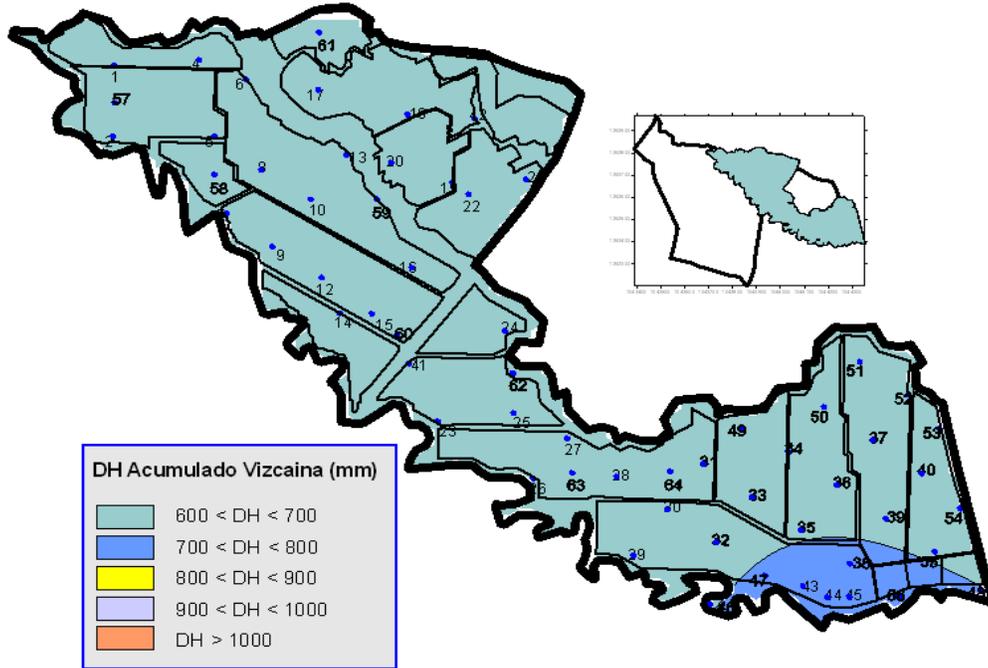


Figura 23. Déficit Hídrico Acumulado Enero-Noviembre 2006 con los datos de precipitación del campo experimental y evaporación de 6 mm/día.

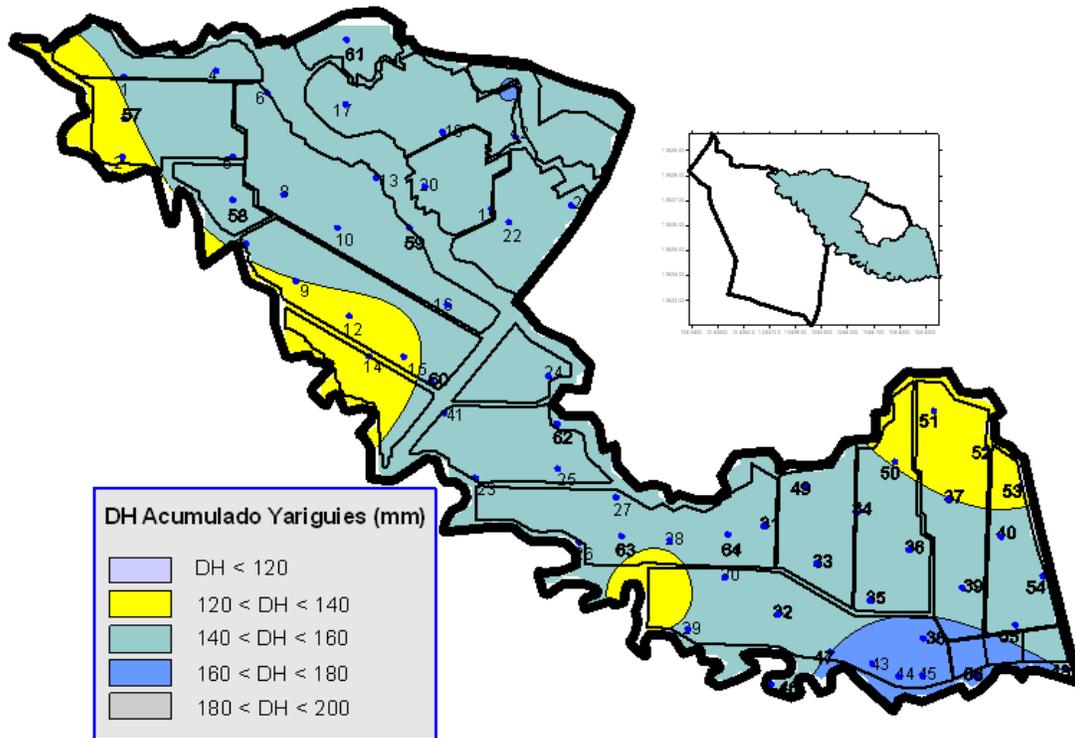
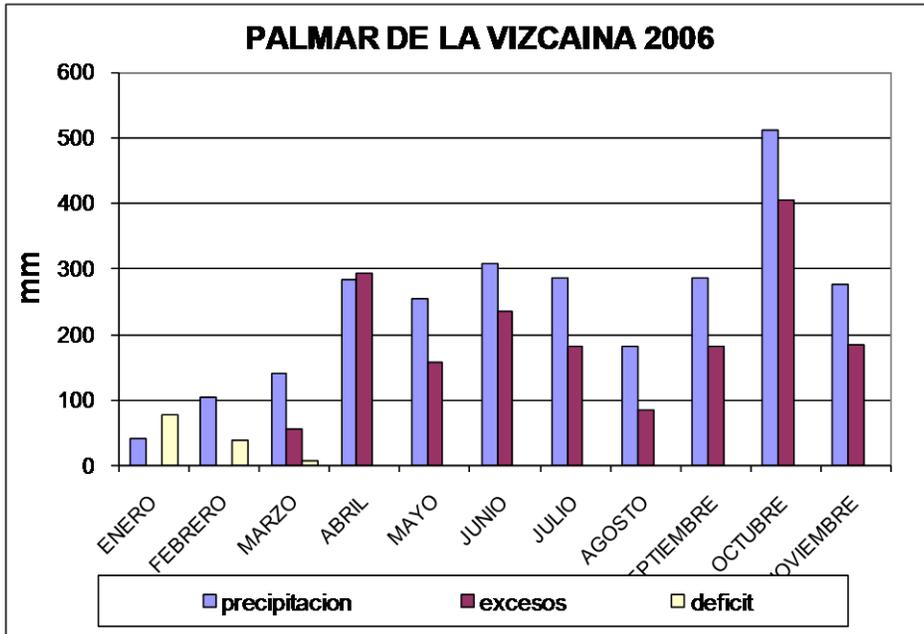
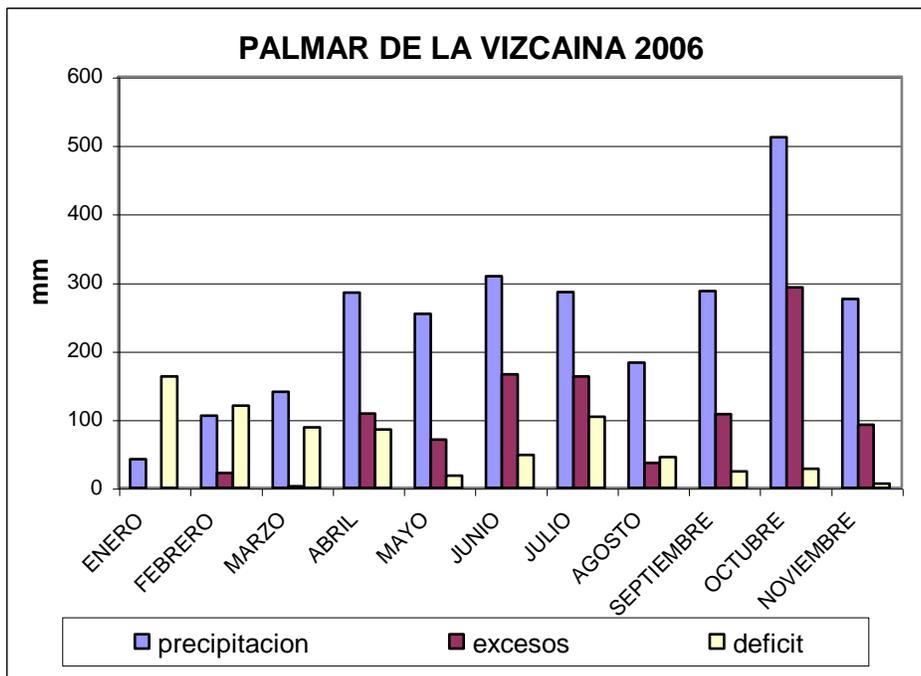


Figura 24. Déficit Hídrico Acumulado Ene-Nov 2006 con datos de precipitación del campo experimental y datos de evaporación de la estación Yarigües.



Grafica 2: Comparativos de déficit hídrico

En la grafica 2 se observa que con los datos de evaporación de la estación Yarigües, el déficit hídrico se presenta para los meses más secos del año. Mientras que para el valor de 6 mm/día se presenta déficit durante todo el año (grafica 3), incluso en los meses de abril y octubre que son los más lluviosos. Cabe resaltar que este déficit no se ve reflejado en el cultivo.



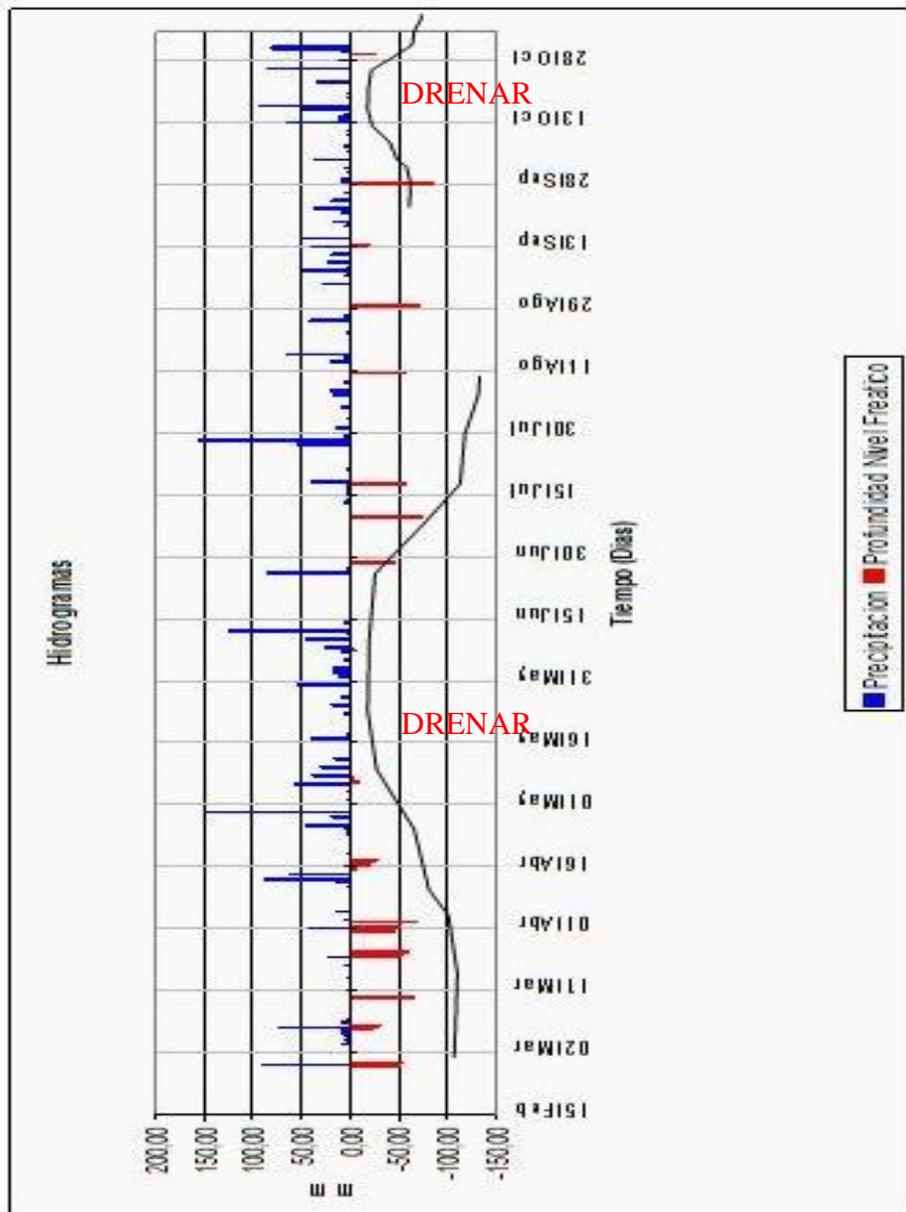
Grafica 3: comparativos de déficit hídrico



6.10. Hidrogramas

En los hidrogramas comparativos de precipitación contra profundidad de Nivel freático para el campo experimental se identificaron dos periodos críticos en los cuales es necesario drenar, comprendidos entre el 01 de abril y el 15 de julio, y el 28 de septiembre al 02 de noviembre. En estos periodos se presentan lluvias con mayor frecuencia y con mejor distribución, manteniéndose el nivel freático elevado durante todo el periodo.

Figura 25. Hidrogramas



7. DIAGNOSTICO DE DRENAJE AGRICOLA

El diagnostico de drenaje agrícola se hizo mediante el análisis y la interpretación de los mapas de Isobatas a partir de los datos obtenidos en los puntos de toma de información ubicados en el campo experimental Palmar De La Vizcaína. Esto se llevo a cabo mediante la identificación de las zonas que en las curvas siempre mostraron Niveles freáticos altos, además se realizo el análisis de los perfiles de estas zonas según la caracterización de suelos, mostrando texturas arcillosas con conductividad hidráulica muy lenta, por lo cual se presentan problemas de drenaje tanto superficial como interno, estas áreas se verificaron en recorridos de campo.

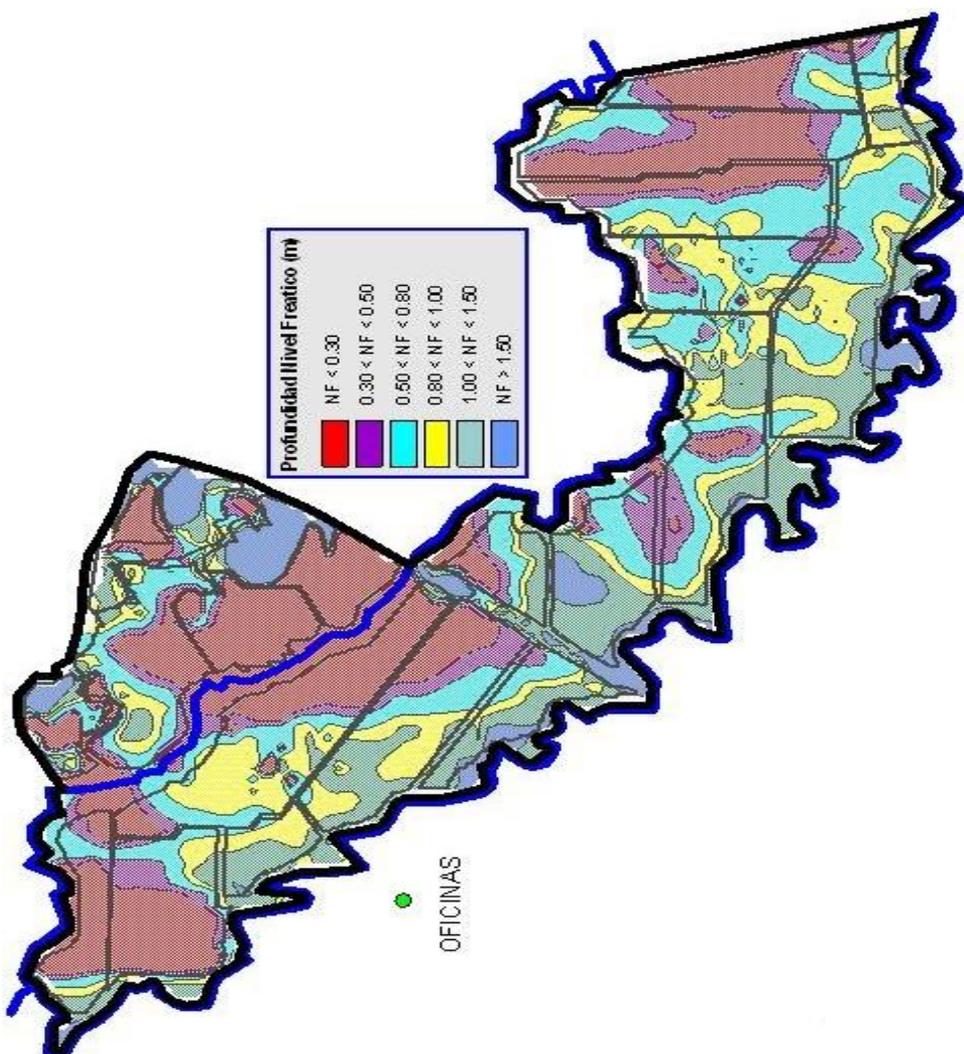


Figura 26. Mapa crítico, Zonas con Nivel Freático alto luego de varios días sin presentarse precipitaciones en el Campo Experimental. (Agosto 31 2006).

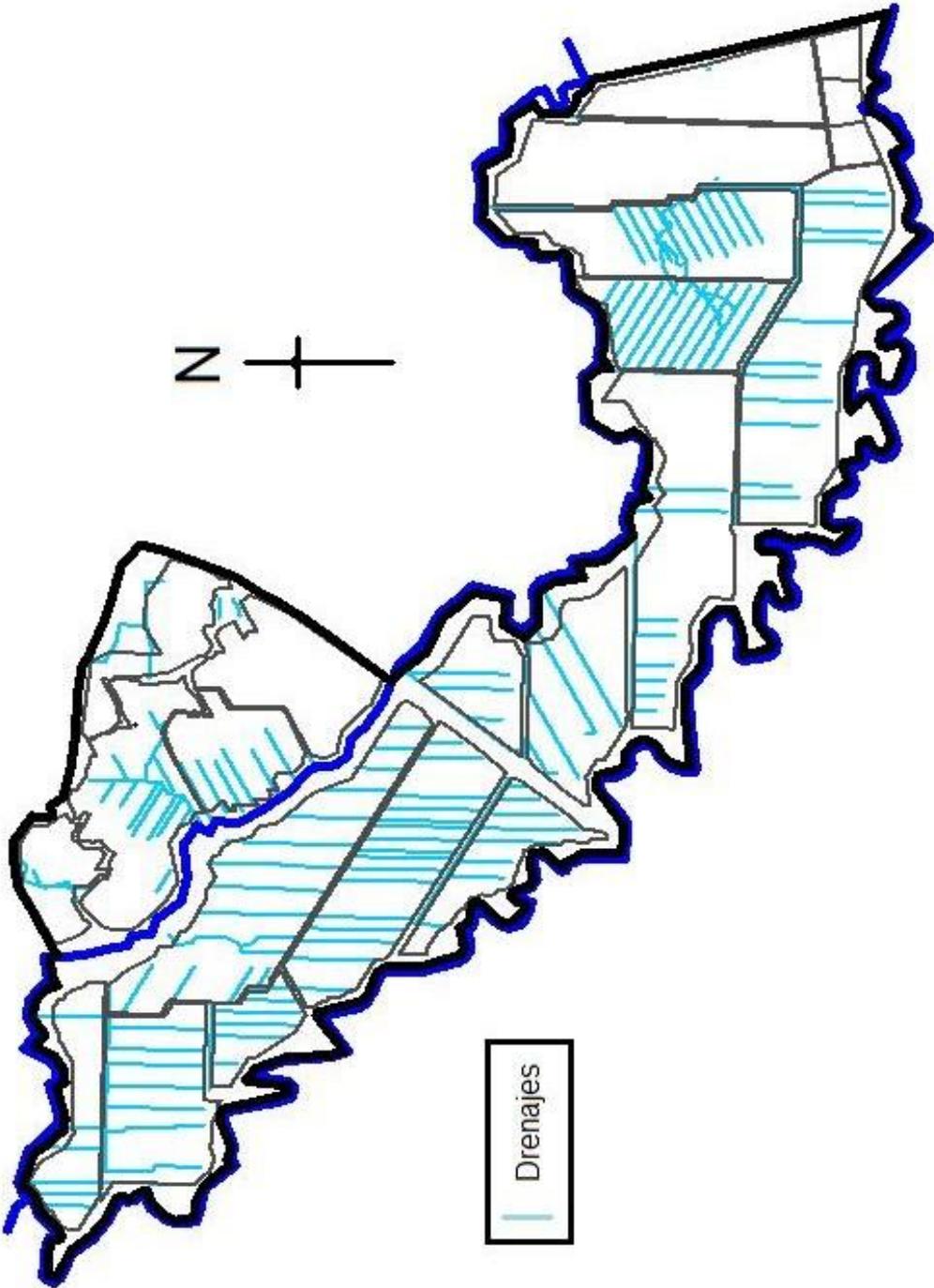
En recorridos de estas Zonas se observó áreas con topografía baja (bacines, ondonadas), en donde la cobertura no ha podido establecerse o es deficiente, la vegetación está dominada por el comúnmente conocido como buchón de agua (figura 27), las palmas presentan clorosis en sus hojas, en algunos casos un desarrollo vegetativo menor a otras de la misma edad ubicadas en zonas con buen drenaje, textura de suelos predominantemente pesadas (arcillas); son zonas de difícil manejo en lo que tiene que ver con la fertilización, mecanización, labores de cosecha, entre otras, presentan niveles freáticos altos, en algunos casos pueden presentar problemas fitosanitarios como pudrición de racimos u otros asociados a problemas de excesos de humedad.



Figura 27. Indicadores de excesos de Humedad en el Suelo. Arriba Palma con clorosis y buchón de agua; Abajo suelos arcillosos y mala cobertura.



Figura 28. Sistema de Drenaje en el Campo Experimental



El campo experimental Palmar de la Vizcaína Cuenta con un sistema de drenaje que ha sido construido mediante la implementación mejorada del diseño de la firma Geosistemas S.A. el cual no tuvo en cuenta los estudios necesarios para un diagnostico integral, sino basándose tan solo en la topografía de la zona.



El sistema está conformado por canales terciarios (Dondees), y colectores secundarios y primarios, los cuales desembocan a la Quebrada la Vizcaína que actúa como el más importante de los canales de drenaje.

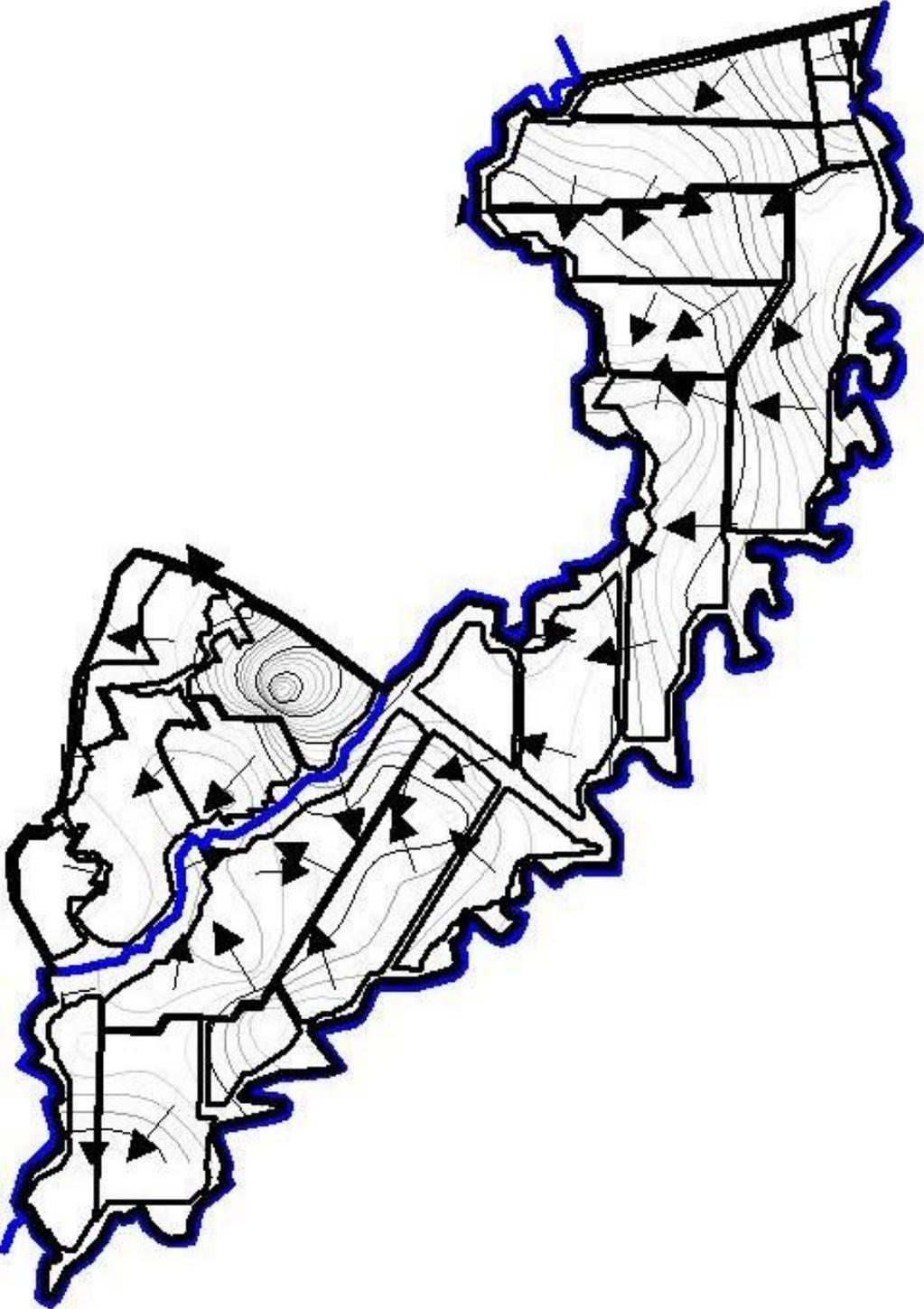
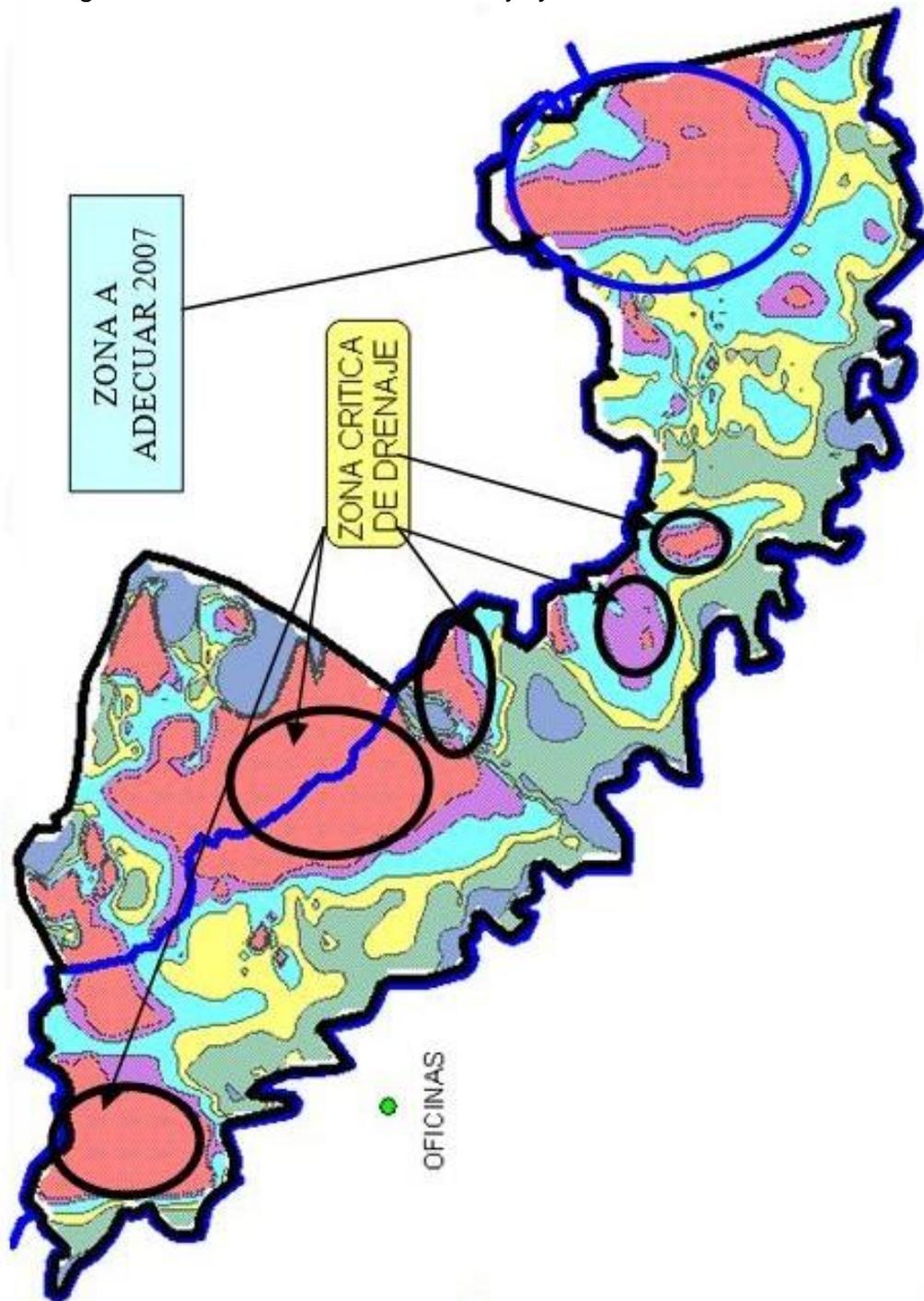


Figura 29. Sentido de flujo de agua

Algunos lotes presentan canales mal direccionados, ya que no interceptan las líneas de flujo de forma perpendicular, sino que van en forma paralela a estas siendo poco eficientes. Por ello es importante la realización de los estudios previos a la construcción de cualquier obra de adecuación.

Figura 30. Zonas Críticas de drenaje y zona a adecuar en 2007





Las zonas críticas de drenaje se determinaron debido a que pese a no presentarse precipitaciones, mantienen el nivel freático alto la mayor parte del año.

7.1. Diseño de Canales

Para el cálculo del distanciamiento entre drenes se utilizó el método de Glover & Dumm mediante la hoja de cálculo elaborada por el Programa de Suelos y Aguas de CENIPALMA.

Se tomó como lluvia de diseño para el Campo experimental el valor de 95 mm, evento que es superado al menos cinco veces en el periodo de observación. Esta información será utilizada para el diseño de las obras de drenaje.

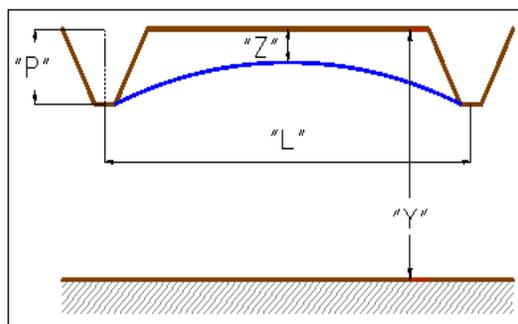


Hoja para el cálculo del distanciamiento entre drenes "Regimen Variable"
Elaboro: PROGRAMA DE SUELOS Y AGUAS.

DATOS DE ENTRADA:

Longitud de los drenajes (m)	200
Conductividad hidráulica (m/día)	0.32
Tiempo de drenaje (días)	8
Profundidad "Z" libre de saturación (m)	0.2
Profundidad "P" de instalación de los drenajes (m)	0.8
Porosidad drenable μ (fraccional)	0.565685
Recarga o lámina de drenaje (m)	0.095
Profundidad "Y" de la barrera (m)	2

GLOVER-DUMM



RESULTADOS:	
Separación "L" entre drenajes (m)	6.15
Caudal máximo de cada drenaje (l/s)	0.19

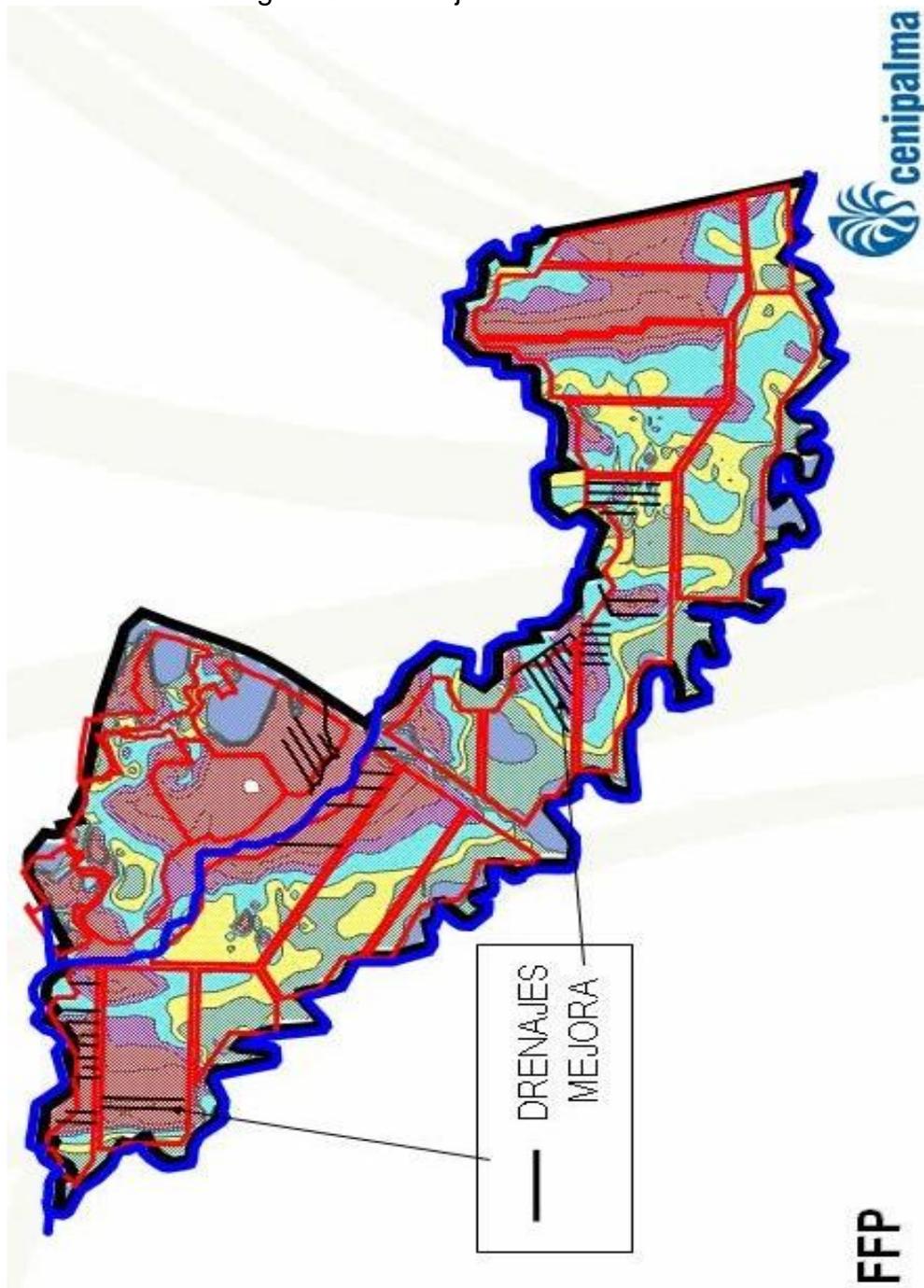
Figura 31. Hoja para el cálculo de distanciamiento entre drenes por el método de Glover & Dumm.

Utilizando los datos de la figura 31, se obtuvo un distanciamiento entre drenes de 6.15 m. es decir lo equivalente a construir un dren por cada línea.

Debido a las labores que se desarrollan en el cultivo de Palma de aceite, como lo es la recolección de fruto, la circulación de maquinaria por los lotes, etc. la

construcción de drenes cada línea no es viable, tampoco lo es económicamente; por tal razón se tomó la decisión de diseñar inicialmente los drenes cada cuatro líneas y evaluar el comportamiento del cultivo, con el fin de determinar en qué zonas es necesario la construcción de drenes (cada dos líneas), y en caso de llegar a ser necesario la construcción de sangrías en sitios específicos que lo requieran con lo cual se bajan los costos de adecuación por ha.

Figura 32. Drenaje de zonas críticas





Las canales colectores, no se dimensionaron debido a que parte de estos ya estaban construidos y los tramos que faltan se adaptaran a estos; para el caso de los canales terciarios se dimensionaron utilizando el método de la curva número, propuesto por el Soil Conservación Service (SCS) USA. (Muestra de cálculos en Anexo 6).

Para el caso del campo experimental, se tomó el área como perteneciente al grupo C, con moderadamente alto potencial de escorrentía, suelos con tasas de infiltración lentas cuando están bien mojados, principalmente con una capa que impide el movimiento del agua libremente hacia abajo, con texturas moderadamente finas a finas y conductividad hidráulica lenta. Según esta descripción y de acuerdo a que el cultivo de palma de aceite es considerado como un cultivo de reforestación (bosque), se tomo el valor de 78 como el correspondiente a la Curva Numero.

PARAMETRO	VALOR	UNIDADES	OBSERVACION
Lluvia de Diseño (P)	95	mm	Curva número
Infiltración Potencial (S)	71.64	mm	Curva número
Escorrentía (E)	42.73	mm	Curva número
Coefficiente de Drenaje (Cd)	11.49	lt/seg-ha	F. Stephen Milles
Espaciamiento entre Drenes (L)	36	m	Glover & Dumm
Longitud Dren (l)	200	m	
Área influencia por Dren (A)	7200	m ²	
Caudal a Evacuar por Dren (Q)	10	LPS	F. Ciprés Kreec

Tabla 10. Parámetros de diseño

PARAMETRO	VALOR	UNIDADES	OBSERVACION
Talud (Z)	1:0.75		Textura FAr - Ar
Altura lámina (d)	15	cm	
Rugosidad (n)	0.025		Índice Manning
Pendiente (m)	0.003		
Base canal (b)	35	cm	
Perímetro húmedo (Ph)	60	cm	
Radio hidráulico (Rh)	7	cm	
Área (A)	0.04	m ²	
Boca canal (T)	50	cm	
Velocidad (V)	0.25	m/seg.	

Tabla 11. Dimensionamiento de canales

De acuerdo a decisiones administrativas del campo experimental los canales terciarios se construirán con un balde trapezoidal que según prácticas y evaluaciones realizadas por CENIPALMA cumplen con los requerimientos para este tipo de adecuaciones.

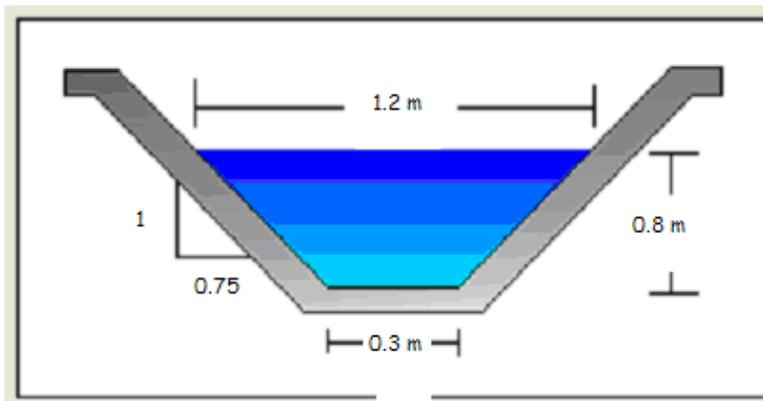


Figura 33. Dimensiones canal construido con el Balde Trapezoidal

Las dimensiones que se logran con el balde trapezoidal son óptimas para la construcción de los canales terciarios en el Campo Experimental. Sin embargo, se debe tener en cuenta los perfiles de los canales recomendados (Anexo 7), con lo cual se realicen los cortes adecuados y necesarios para evitar movimientos de tierra innecesarios y por ende mayores costos de adecuación.

LOTE	CANALES (ML)			VIAS (ML)
	Secundarios	Drenaje Natural	Terciarios	
L9B2			920	
L8B2			458	
L6B2		320	602	
L3B2			835	
L7B1	190		900	
L2B1	100		950	
TOTAL	290	320	4665	0

Tabla 12: Obras para mejora de drenaje existente

A continuación se relacionan las obras de adecuación para los lotes a prepararse en 2007.

7.2. Adecuaciones para nuevas siembras (2007)

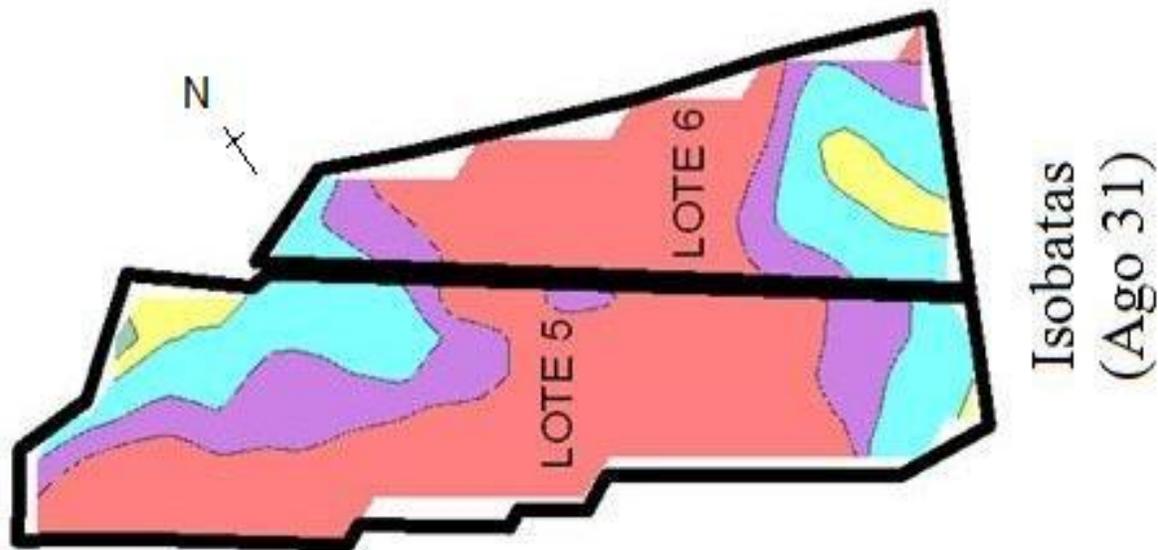


Figura 34. Isobatas y conductividad hidráulica de los lotes a adecuar en 2007.

La conductividad hidráulica en los lotes a adecuar en 2007 es moderadamente lenta en un 75% del área de estos y es lenta en el 25% restante.

Los lotes a adecuar presentan niveles freáticos altos debido al taponamiento de los drenajes naturales de estos lotes, acompañado de una topografía irregular.

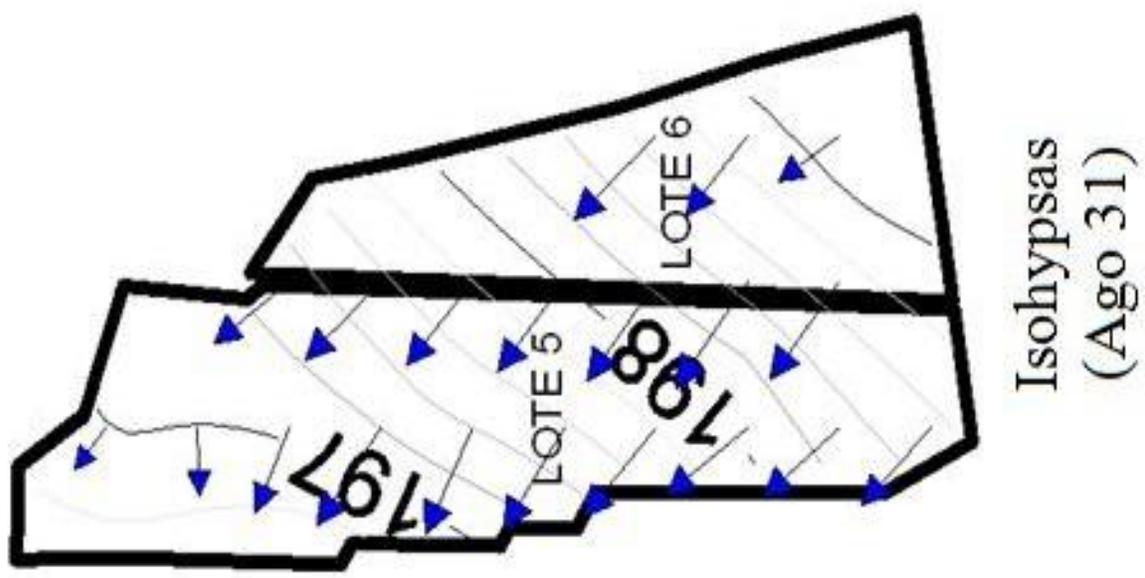
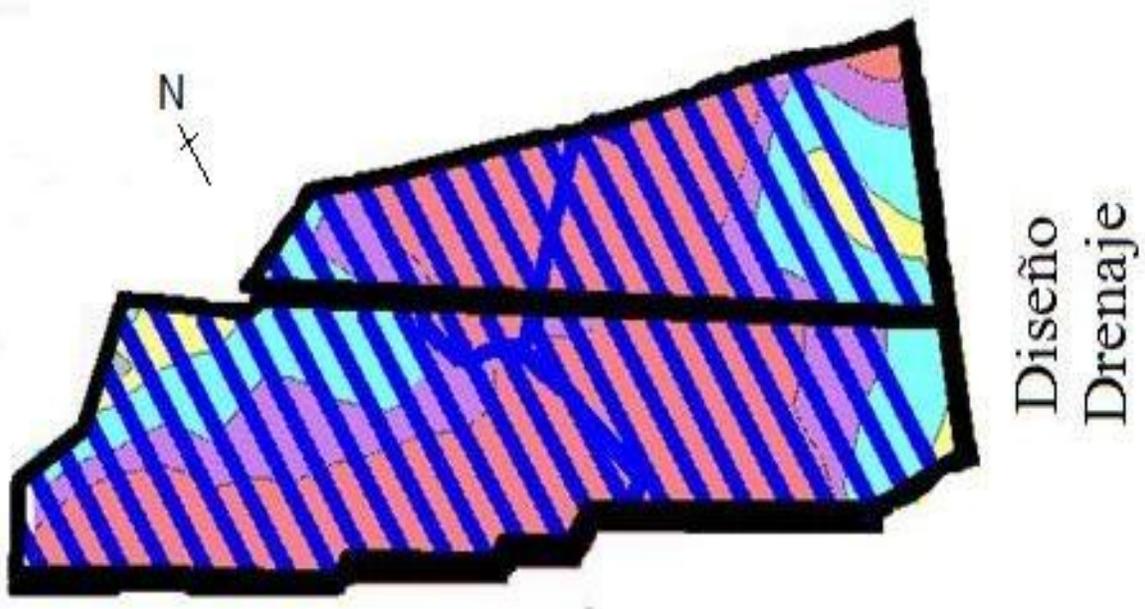


Figura 35. Isohypsas y dirección de flujo; abajo distribución de canales en los lotes a adecuar en 2007.



En los lotes 5 y 6 del bloque 1, los cuales se van a adecuar en 2007, se construirán canales de drenaje cada cuatro líneas y se harán bancales para la siembra, con esto se busca brindarle al cultivo la humedad adecuada en la zona de raíces; las dimensiones de los canales para estos lotes son los mismos que los diseñados para los drenajes de mejoras.



LOTE	AREA	CANALES (ML)		VIAS	
	(Has.)	Secundarios	Drenaje Natural	CANAL TERCARIO	(ML)
L5B1	14,08	240	346	4495	1100
L6B1	8,35	312	218	2545	900
TOTAL	26,55	552	564	8000	2000

Tabla 13. Obras de adecuación lotes 5 y 6 bloque 1 (2007)

A continuación se muestra algunos perfiles de los canales terciarios, los demas perfiles en el Anexo 7.

CANAL TERCARIO 02 LOTE 4 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D2L4	K 0+00	196.900	196.100	0.800
E2D2L4	K 0+20	196.750	196.140	0.610
E3D2L4	K 0+40	196.750	196.180	0.570
E4D2L4	K 0+60	196.750	196.220	0.530

Tabla 14. Cortes canal terciario 02 lote 4 bloque 1

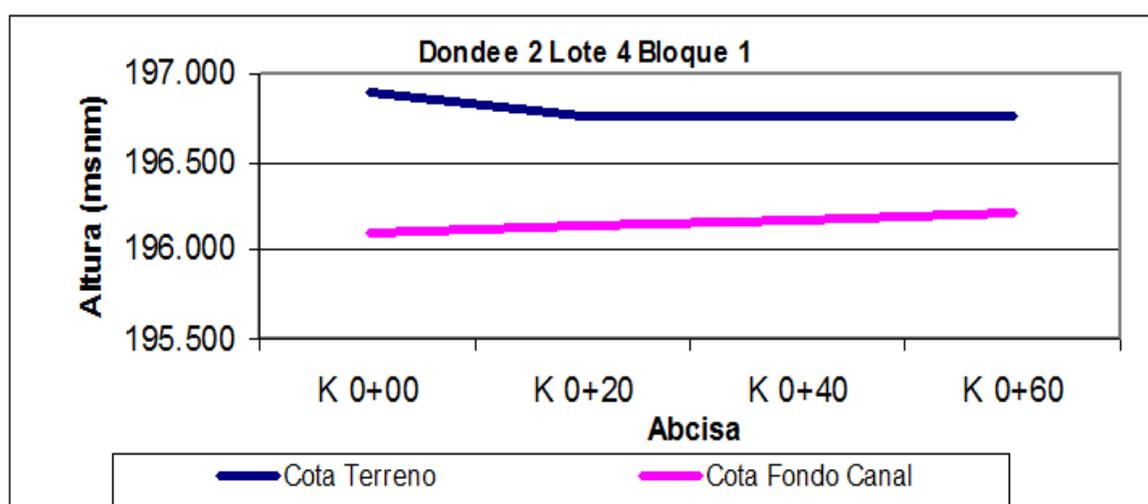


Figura 36. Perfil canal terciario 02 lote 4 bloque 1

CANAL TERCIARIO 20 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D20L5	K 0+00	197.750	197.150	0.600
E2D20L5	K 0+20	197.750	197.210	0.540
E3D20L5	K 0+40	197.820	197.270	0.550
E4D20L5	K 0+60	197.930	197.330	0.600
E5D20L5	K 0+80	198.050	197.390	0.660
E6D20L5	K 0+100	198.100	197.450	0.650
E7D20L5	K 0+120	198.150	197.510	0.640
E8D20L5	K 0+140	198.200	197.570	0.630
E9D20L5	K 0+160	198.250	197.630	0.620
E10D20L5	K 0+180	198.250	197.690	0.560

Tabla 15. Cortes canal terciario 20 lote 5 bloque 1

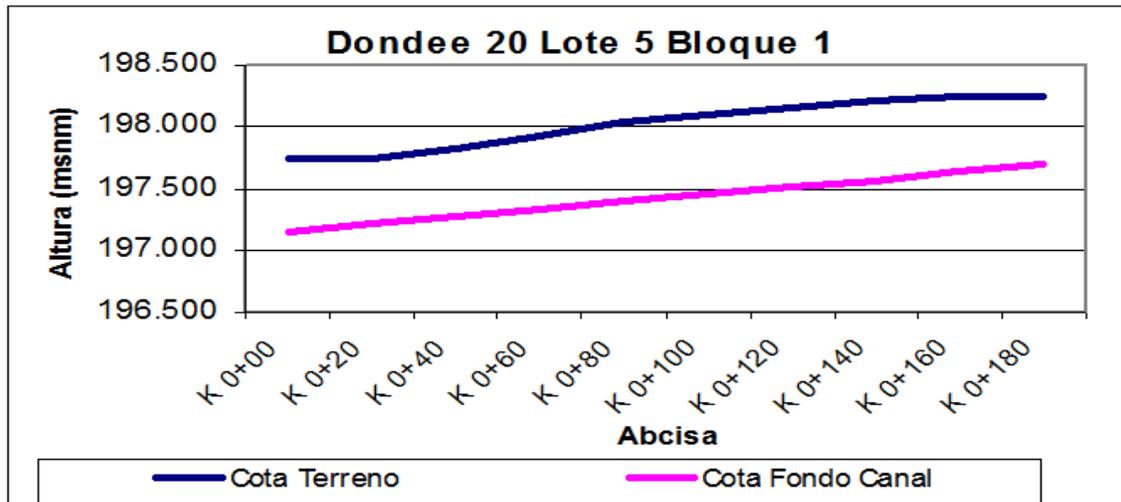


Figura 37. Perfil canal terciario 20 lote 5 bloque 1

CANAL TERCIARIO 08 LOTE 6 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D8L6	K 0+00	198.200	197.200	1.000
E2D8L6	K 0+20	198.130	197.240	0.890
E3D8L6	K 0+40	198.080	197.280	0.800
E4D8L6	K 0+60	197.800	197.320	0.480
E5D8L6	K 0+80	197.750	197.360	0.390
E6D8L6	K 0+100	197.850	197.400	0.450
E7D8L6	K 0+120	198.050	197.440	0.610
E8D8L6	K 0+140	198.000	197.480	0.520

Tabla 16. Cortes canal terciario 08 lote 6 bloque 1

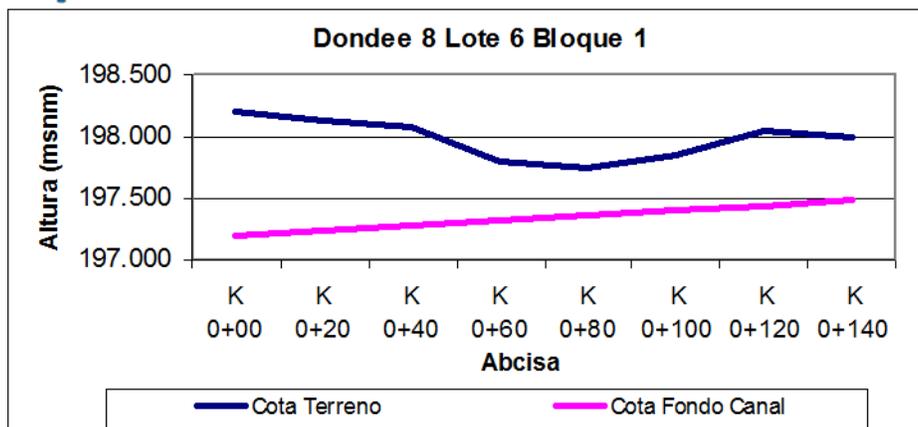


Figura 38. Perfil canal terciario 08 lote 6 bloque 1

OBRA DE ADECUACION	COSTO
Limpieza de Lotes	150.000 pesos por hectárea
Limpieza de drenajes naturales	190.000 pesos por hectárea
Construcción drenajes terciarios	452.000 pesos por hectárea
Bancales	90.000 pesos por hectárea
Construcción canales secundarios	2.100 pesos por m3
Construcción canales terciarios	1.200 pesos por m3
Limpieza drenajes naturales	3.000 pesos por m3

Tabla 17. Costos de adecuación para Barrancabermeja año 2006. Estos costos varían dependiendo de la disponibilidad de la maquinaria al momento de la adecuación.

Se identificó que la mejor época para la adecuación de los lotes es la comprendida entre el final del mes de diciembre y mediados de febrero (Figura 39).

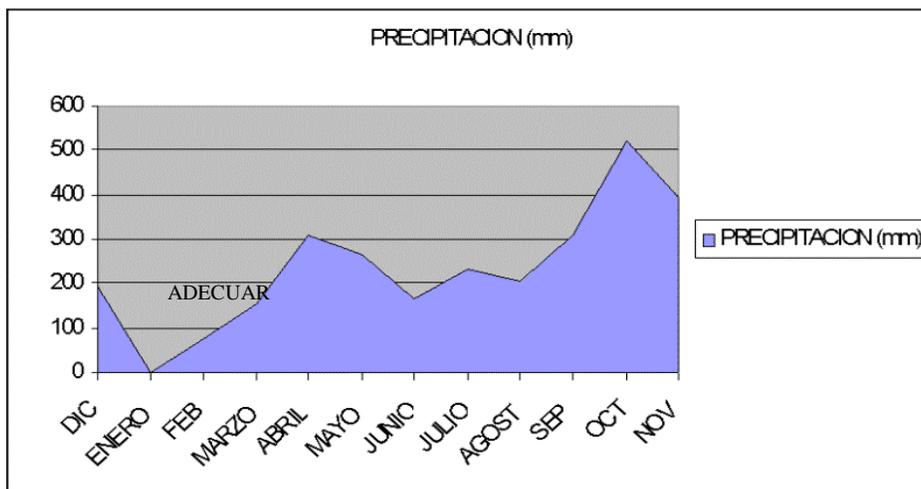


Figura 39. Época propicia para labores de adecuación.

7.3. Diagnostico y propuestas de solución

Cuadro 2. Diagnostico y propuestas de solución por lote para el campo experimental Palmar de la Vizcaína

LOTE (Bloque)	DIAGNOSTICO	SOLUCIONES
L1 (B1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Algunos canales mal direccionados ✓ Texturas F, FAr y Ar ✓ K muy lenta y mod. lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.6 gr./cm³ ✓ Mal drenaje superficial 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir canales cuaternarios en áreas con problemas de drenaje superficial
L2 (B1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Área con bajos y topografía irregular ✓ Canales existentes bien direccionados ✓ K muy lenta y lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.6 gr./cm³ ✓ Texturas FAr y Ar 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir canales terciarios (c/4 líneas)
L3 (B1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Algunas zonas sin adecuar ✓ Canales existentes bien direccionados ✓ K lenta y muy lenta ✓ Texturas FAr y Ar ✓ DA entre 1.2 y 1.6 gr./cm³ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir canales terciarios (c/4 líneas) ✓ Construir canales cuaternarios
L4 (B1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Canales bien direccionados ✓ Algunas zonas sin adecuar ✓ Mal drenaje superficial ✓ Textura Ar ✓ DA mayor a 1.4 gr./cm³ ✓ K muy lenta y mod. lenta 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir canales terciarios (c/4 líneas) ✓ Evaluar funcionalidad de los drenajes
L5 (B1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Texturas FAr y Ar ✓ 80% del área saturada gran parte del año ✓ Topografía irregular con algunos bajos ✓ K lenta y mod. Lenta ✓ DA entre 1.0 y 1.6 gr./cm³ ✓ Drenaje natural taponado ✓ Drenaje principal con problemas de erosión 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Recuperar el drenaje natural ✓ Construir canales terciarios (c/4 líneas) ✓ Continuar con la toma de datos ✓ Construir bancales para la siembra ✓ Implementar medidas mecánicas para la

		conservación del canal principal
L6 (B1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Texturas FAr y Ar ✓ K lenta y mod. Lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.4 gr./cm³ ✓ Topografía irregular con algunos bajos ✓ Drenaje natural taponado ✓ Drenaje principal con problemas de erosión ✓ 60% del área saturada gran parte del año 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Recuperar el drenaje natural ✓ Construir canales terciarios (c/4 líneas) ✓ Evaluar funcionalidad de los drenajes ✓ Construir bancales para la siembra ✓ Implementar medidas mecánicas para el control de la erosión
L7 (B1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ K muy lenta y lenta ✓ Textura FAr y Ar ✓ DA entre 1.2 y 1.4 gr./cm³ ✓ Zonas sin adecuar ✓ Topografía muy plana con algunos bajos 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir canales terciarios (c/4 líneas) ✓ Evaluar funcionalidad de los drenajes
L8 (B1)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura Ar ✓ DA entre 1.2 y 1.4 gr./cm³ ✓ K muy lenta ✓ Topografía irregular con una zona de bajo ✓ Canales existentes bien direccionados ✓ 40% área con problemas de drenaje superficial 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir canales cuaternarios en áreas con problemas de drenaje superficial
L1 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura Ar ✓ K muy lenta ✓ DA entre 1.0 y 1.2 gr./cm³ ✓ Canales existentes bien direccionados 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir canales cuaternarios
L2 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura Ar superficial ✓ K muy lenta ✓ DA entre 1.0 y 1.4 gr./cm³ ✓ Drenajes existentes bien direccionados ✓ Topografía regular ✓ Lote con experimentos que no permiten adecuación ✓ 20% del área presenta nivel freático alto 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir canales terciarios (c/4 líneas) ✓ Evaluar funcionalidad de los drenajes ✓ Consultar viabilidad de construir drenajes
L3 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura Ar muy superficial ✓ 45% área con Problemas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir canales terciarios (c/4 líneas)

L3 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ de drenaje superficial ✓ Topografía irregular ✓ K muy lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.4 gr./cm³ ✓ Drenajes existentes muy separados aunque bien direccionados ✓ Drenaje natural en malas condiciones 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Recuperar el drenaje natural ✓ Evaluar funcionalidad de los drenajes
L4 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textura Ar muy superficial ✓ 50% área con problemas de drenaje superficial ✓ Topografía irregular con bajos ✓ K lenta ✓ DA entre 1.4 y 1.6 gr./cm³ ✓ Drenajes existentes bien direccionados 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir canales cuaternarios en áreas con problemas de drenaje superficial
L5 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ K muy lenta y lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.6 gr./cm³ ✓ Textura Ar muy superficial ✓ 85% área con problemas de drenaje superficial 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Prolongar los canales terciarios existentes ✓ Construir canales cuaternarios ✓ Evaluar funcionalidad de los drenajes
L6 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ K muy lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.6 gr./cm³ ✓ Textura Ar muy superficial ✓ 45% área con problemas de drenaje superficial ✓ Topografía irregular con colinas y bajos ✓ Drenaje natural en mal estado 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir canales terciarios (c/4 líneas) ✓ Recuperar el drenaje natural ✓ Evaluar funcionalidad de los drenajes
L7 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ K muy lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.4 gr./cm³ ✓ Textura FAr y Ar superficial ✓ Topografía irregular con colinas y bajos ✓ Algunos canales existentes mal direccionados 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluar funcionalidad de los drenajes
L8 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ K muy lenta ✓ DA entre 1.2 y 1.6 gr./cm³ ✓ Textura Ar muy superficial ✓ 55% área con problemas de drenaje superficial 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir canales terciarios (c/4 líneas) ✓ Construir canales cuaternarios ✓ Evaluar funcionalidad

L8 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Topografía irregular con bajos ✓ Canales existentes bien direccionados 	de los drenajes
L9 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ K muy lenta ✓ DA entre 1.4 y 1.6 gr./cm³ ✓ Textura Ar muy superficial ✓ 65% área con problemas de drenaje superficial ✓ Topografía irregular ✓ Canales existentes bien direccionados 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir canales terciarios (c/4 líneas) ✓ Evaluar funcionalidad de los drenajes
L10 (B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ K lenta ✓ DA entre 1.4 y 1.6 gr./cm³ ✓ Textura FAr y Ar ✓ 15% área con problemas de drenaje superficial muy transitorios ✓ Topografía irregular ✓ Drenaje natural con problemas de erosión 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construir algunos canales cuaternarios ✓ Mantener el drenaje natural en condiciones óptimas y proteger de la erosión mediante la utilización de sacos de tierra y trinchos de madera.
L11(B2)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ K lenta ✓ Topografía irregular de colina con pendiente fuerte ✓ DA entre 1.4 y 1.6 gr./cm³ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Continuar con la toma de datos.

El diagnóstico y las propuestas de solución lote por lote con el gráfico de cada una de las áreas de estudio se muestran con más detalle en el anexo 8.

8. CONCLUSIONES

- Se identificaron las zonas críticas de drenaje del campo experimental Palmar de la Vizcaína, las cuales representaron el 30% del área cultivada.
- El flujo del agua en el perfil del suelo del Palmar de la Vizcaína mantiene una dinámica constante, siendo la mayor fuente de recarga del nivel freático el Caño Peroles y el principal drenaje la Quebrada la Vizcaína. Sin desconocer que en época de precipitación las fuentes hídricas que rodean el Campo Experimental se desbordan abnegando los lotes aledaños, ocasionando elevación del nivel freático y algunos problemas de drenaje superficial.
- A partir de la adaptación de la hoja de cálculo para el balance hídrico propuesta por el Programa de Suelos y Aguas de Cenipalma, se estableció que en las épocas más secas del año se presenta déficit hídrico, sin embargo cabe resaltar que para el Palmar de la Vizcaína este déficit no se refleja en el cultivo, explicado por la alta capacidad de retención de humedad de los suelos y las prácticas agronómicas como lo es el manejo de coberturas benéficas.
- En el Palmar de la Vizcaína se identificaron dos épocas críticas de drenaje (marzo-julio, octubre-noviembre), estos periodos corresponden a épocas de intensa precipitación distribuida uniformemente, manteniendo recarga constante del nivel freático y en consecuencia su elevación la mayor parte del tiempo.
- El 70% de los suelos en el Campo Experimental presentan textura arcillosa a escasa profundidad, este hallazgo permitió no solo establecer la relación directa entre las zonas críticas de drenaje con suelos pesados y de lenta permeabilidad, sino que también permitió comprobar la necesidad de construir bancales para favorecer el ambiente edáfico en el Palmar.
- Los suelos del Campo Experimental presentan densidad aparente entre 1.20 y 1.40 gr/cm³, mientras que el 14% del área presenta valores superiores a 1.50 gr/cm³, significando problemas de compactación.



- La conductividad hidráulica en el Palmar de la Vizcaína es muy lenta para un 57% de los suelos del área cultivada presentando valores inferiores a 0.13 cm/hora, estos resultados están asociados con texturas pesadas, afectando de forma directa el espaciamiento entre drenes. Tan solo un 15% de los suelos del Palmar presentan conductividad hidráulica moderadamente lenta con valores cercanos a 0.320 cm/hora.
- El 85% de los canales de drenaje en el Palmar de la Vizcaína están bien direccionados y funcionan eficientemente, a pesar de esto algunas áreas de los lotes 3, 6, 8 y 9 del bloque 2 y de los lotes 2 y 7 del bloque 1 deben implementarse obras adicionales de drenaje para garantizar el control de flujo de exceso.
- Un 40% de los suelos del Palmar de la Vizcaína pertenecen al subgrupo Fluvaquentic Eutrudept, el 40% al subgrupo Fluvaquentic Endoaquept y el 20% restante a los subgrupos Oxic Dystrudept y Typic Dystrudept.
- Según las características edáficas, hidrológicas y climáticas del Palmar de la Vizcaína es necesario la construcción de un canal de drenaje por línea de siembra, sin embargo esta práctica es inviable, no solo por las labores propias del cultivo, sino también desde el punto de vista económico, por lo cual se debe construir un canal de drenaje cada cuatro líneas (36 metros) y monitorear su funcionalidad con el fin de determinar zonas a intervenir con nuevas obras.

9. RECOMENDACIONES

- Implementar los diagnósticos de drenaje en las áreas a adecuar, con el fin de llevar a cabo un buen direccionamiento y dimensionamiento de las obras a construir. Para lo cual es importante Incorporar estudiantes para los estudios de drenajes en las nuevas áreas de siembra. Con lo que se logre la meta de adecuar el área de la figura 78 antes del año 2013, meta incluida en el plan de desarrollo de investigación del Campo Experimental.

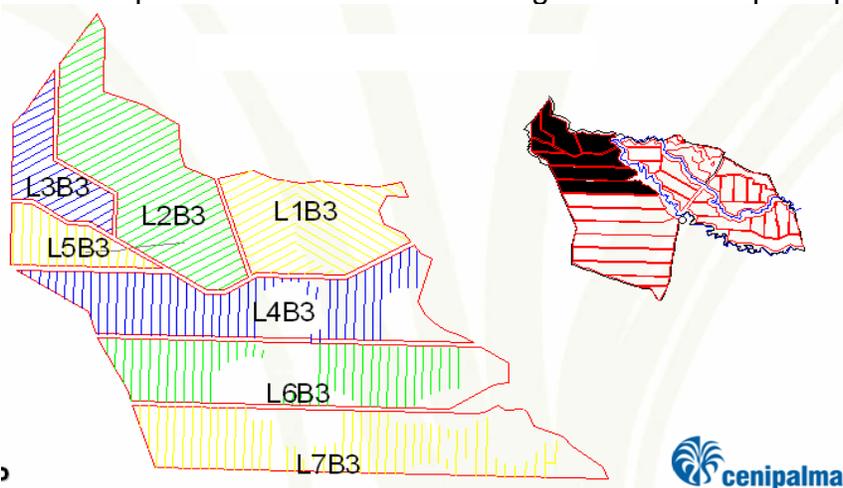


Figura 40. Bloque 3 campo experimental Palmar de la Vizcaína

- Evitar al máximo la utilización de maquinaria pesada en lotes con excesos de humedad, ya que genera compactación y pérdida de las características propias del suelo del Campo Experimental.
- Implementar la guía de adecuación para las nuevas áreas, mediante el cual se desarrollen las labores pertinentes en el momento indicado, para obtener mejor relación costo beneficio.
- Continuar con la toma de datos en los lotes adecuados, de tal manera que permita los ajustes que requiera el diseño de drenaje.
- Realizar labores de preparación teniendo en cuenta los criterios técnicos sobre el manejo de suelos y las características particulares de cada zona. En lo posible manejar técnicas y criterios de labranza mínima.
- Desarrollar las labores en los momentos oportunos para disminuir costos y obtener mejores resultados.

10. CITAS BIBLIOGRAFICAS

- Ávila Loreto. 1970 Algunos aspectos sobre drenaje agrícola. Fondo de garantía y fomento para la agricultura, ganadería y avicultura (FIRA). México, 37 Pág.
- De la Peña. 1984 Metodología establecida para la determinación y solución de los problemas de drenaje. Boletín técnico no. 7 Oficina de Ingeniería de Riego y Drenaje. México. 366 Pg.
- Dieleman, P. J 2000. FAO/ONU. Ensayos de Drenaje.
- Grassi, C.J. 1975 Manual de Drenaje Agrícola 197 p. CIDIAT. Mérida Venezuela. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Métodos Analíticos del Laboratorio de Suelos. Bogotá.
- Grassi, C.J. 1991 drenaje de suelos agrícolas. CIDIAT. Mérida, Venezuela.
- Hernández, Antonio Arias. 1991 Drenaje de Tierras. Universidad del Valle.
- Luthin, J.N. 1967 Drenaje de tierras agrícolas. Centro Regional de Ayuda Técnica. 684 ed. Limusa Wiley, S.A. México.
- Malagón, Dimas Castro. 1974 Propiedades Físicas de los Suelos. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Colombia.
- Múnevar, Fernando. Garzón, Edna Margarita. 2006 Caracterización de suelos y determinación de unidades de manejo agronómico en la zona central palmera de Colombia, etapa 1". Programa de Suelos y Aguas, Centro de Investigaciones en Palma de Aceite, CENIPALMA.
- Ortega, Leopoldo. 2001 Drenaje en suelos agrícolas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago de Chile.
- Pizarro, Fernando. 1978 Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos salinos. Editorial agrícola Española. Madrid.
- SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 1992 Advances in measurement of soil physical properties: Bringing theory into practice.



ESTUDIO DE DRENAJE AGRICOLA

CAMPO EXPERIMENTAL PALMAR DE LA VIZCAINA

ANEXOS

ANEXO 1

LECTURA DE LA RED PLUVIOMETRICA
CAMPO EXPERIMENTAL PALMAR DE LA VIZCAINA

Tabla 1: Precipitación diaria (mm) del mes de ENERO de 2006

PLUVIOMETROS

	L6B1	L2B1	L7B1	L2B2	L9B2	L4B2	L10B2	CM	OFICINA
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16	36	38	34	34	26	18	26	3	
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25	25.9	0	0	2	2	0	2	0	
26									
27	2.6	2	3	3	4	3	3	3	
28									
29	32	42	39.6	52	54	42	50	36	
30									
31									
TOTAL	96.5	82	76.6	91	86	63	81	42	0

Tabla 2. Precipitación diaria (mm) del mes de FEBRERO de 2006

PLUVIÓMETROS

	L6B1	L2B1	L7B1	L2B2	L9B2	L4B2	L10B2	CM	OFICINA
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4	17	17	18	16	11	20	16	17	
5									
6	4	6	6	5	5	4	4	5	
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13	3	3	3	0	9	3	2	2	
14	12	17	16	17	19	24	23	15	
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27	70	90	76	69	34	60	59	66	
28									
TOTAL	106	133	119	107	78	111	104	105	0

Tabla 3. Precipitación diaria (mm) del mes de MARZO de 2006

PLUVIÓMETROS

	L6B1	L2B1	L7B1	L2B2	L9B2	L4B2	L10B2	CM	OFICINA
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4	9	8.5	8	17	15	15	10	6.5	15
5	15	5	5	5	5.5	5	5	17	5
6	1	5	5	4	4	3	2	3	2
7	6	8	7	7	8	7	6.5	6	7
8	58	74	76	54	38	42	38	60	58
9	6	8	8	12	11	14	17	9	10
10	2	3	3	4	3.5	3	3	2	3
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17	3	2.8	3	3	3	2	3	2.5	2
18									
19									
20	7	2	0	0	2	0	0	6	3
21									
22									
23	4	7	7	10	12	9	10	6	15
24									
25	11	22	22.5	23	20	22	21	22	20.5
26									
27									
28									
29									
30									
31									
TOTAL	122	145.3	144.5	139	122	122	115.5	140	140.5

Tabla 4. Precipitación diaria (mm) del mes de ABRIL de 2006

PLUVIÓMETROS

	L6B1	L2B1	L7B1	L2B2	L9B2	L4B2	L10B2	CM	OFICINA
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	32	40	40	34.5	24	26	26	36	40
2									
3	12	6	4	4	2	2	2	8	2
4									
5	12	14	13	13	9	11	13	13	12
6									
7									
8									
9									
10									
11	0	1	1	2	19	6	5	1	10
12	25	14	13	9	6	11	7	0	7
13	99	88	90	78	70	80	76	100	72
14	150	62	54	60	52	58	52	34	58
15									
16	0	5	4	7	5	11	7	0	4
17									
18									
19	0	1	0.5	1	2	1.5	3	0	4
20									
21									
22									
23									
24	0	2	1.5	3	4	1	2	1	2
25	5	5	5	5	4	6	6	4	5
26	54	46	46	36	44	30	32	38	38
27									
28	4	17	8	2	2	6	7	8	4
29	54	150	32	42	32	36	30	42	38
30									
TOTAL	447	451	312	296.5	275	285.5	268	285	296

Tabla 5. Precipitación diaria (mm) del mes de MAYO de 2006

PLUVIÓMETROS

	L6B1	L2B1	L7B1	L2B2	L9B2	L4B2	L10B2	CM	OFICINA
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
3									
4	24	2	4	2	5	5	4	8	4
5									
6	40	58	42	38	44	32	38	60	42
7									
8	30	38	38	11	62	40	48	32	52
9									
10	42	30	28	28	30	32	30	34	28
11									
12	11	15	22	28	52	32	38	8	7
13									
14									
15									
16									
17	42	40	36	30	26	30	28	38	54
18	3	3	3	2	3	3	3	2	2
19									
20									
21									
22									
23	0	7	4	9	9	9	8	0	3
24									
25	25	18	24	16	9	14	15	28	20
26									
27	4	10	7	15	28	9	17	5	13
28									
29									
30	50	54	42	58	70	68	68	38	62
31									
TOTAL	273	277	252	239	340	276	299	254	289

Tabla 6. Precipitación diaria (mm) del mes de JUNIO de 2006

PLUVIÓMETROS

	L6B1	L2B1	L7B1	L2B2	L9B2	L4B2	L10B2	CM	OFICINA
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	8	11	11	11	20	9	10	9	19
2	18	16	19	7	13	15	14	17	15
3	19	19	20	18	24	26	28	22	43
4									
5	6	7	6	5	6	5	7	5	6
6									
7	14	10	9	10	9	10	11	9	10
8	15	24	18	24	19	28	32	12	20
9									
10	56	46	40	46	46	38	46	58	45
11	1	1	2	2	2	2	2	1	2
12	100	125	125	110	125	120	130	100	115
13									
14	6	6	6	6	7	6	6	6	6
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26	90	86	76	78	84	88	86	68	74
27	3	4	3	3	2	3	3	2	2
28									
29									
30									
TOTAL	336	355	335	320	357	350	375	309	357

Tabla 7. Precipitación diaria (mm) del mes de JULIO de 2006

PLUVIOMETROS

	L6B1	L2B1	L7B1	L2B2	L9B2	L4B2	L10B2	CM	OFICINA
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13	4	5	5	6	7	3	4	4	3
14	1	1	3	2	10	2	2	1	4
15	5	2	2	7	4	3	3	3	2
16	8	4	3	4	3	2	2	2	3
17	1	2	3	2	3	1	1	2	2
18	50	41	40	36	38	34	36	52	38
19									
20									
21	1	1	0.5	1	1	0	0	1	1
22									
23									
24									
25									
26									
27	50	54	56	56	62	46	50	50	58
28	155	155	155	155	155	155	155	155	155
29	10	6	4	3	6	7	4	6	5
30									
31	10	14	8	6	6	6	5	10	8
TOTAL	295	285	279.5	278	295	259	262	286	279

Tabla 8. Precipitación diaria (mm) del mes de AGOSTO de 2006

PLUVIOMETROS

	L6B1	L2B1	L7B1	L2B2	L9B2	L4B2	L10B2	CM	OFICINA
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2	4	3	4	2	4	5	4	3	4
3									
4									
5	17	8	9	12	26	20	25	3	4
6									
7									
8	20	16	18	20	30	21	32	11	26
9	22	20	18	20	22	21	18	18	22
10									
11	8	6	4	6	10	5	6	6	8
12									
13									
14									
15									
16	15	20	19	18	20	21	22	18	21
17	3	7	8	8	9	6	8	4	4
18	60	63	60	64	65	74	70	74	76
19	0	0	0	3	2	5	4	0	4
20									
21									
22									
23	7	1	2	5	10	5	9	0	0
24									
25									
26	40	40	39	40	39	40	39	38	40
27	8	6	6	5	8	9	6	8	6
28									
29									
30									
31									
TOTAL	204	190	187	203	245	232	243	183	215

Tabla 9. Precipitación diaria (mm) del mes de SEPTIEMBRE de 2006

PLUVIOMETROS

	L6B1	L2B1	L7B1	L2B2	L9B2	L4B2	L10B2	CM	OFICINA
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4	30	28	20	17	10	16	12	23	18
5									
6	3	4	4	6	6	6	7	4	3
7	44	48	54	49	52	58	54	46	48
8	3	3	3	2	2	3	2	2	2
9	18	22	20	18	13	13	14	26	18
10									
11	11	18	15	11	6	4	8	20	21
12									
13	39	38	40	42	60	58	60	38	50
14									
15	80	50	60	75	90	90	92	48	50
16									
17									
18	7	5	5	8	10	8	10	5	5
19	17	15	15	14	20	15	18	12	12
20									
21	18	9	9	20	30	32	34	5	7
22	36	36	40	50	70	72	72	38	40
23									
24	15	18	16	15	15	14	18	9	9
25									
26	8	5	8	6	10	6	9	5	8
27									
28									
29	5	8	8	8	3	4	3	6	4
30									
TOTAL	334	307	317	341	397	399	413	287	295

Tabla 10. Precipitación diaria (mm) del mes de OCTUBRE de 2006

PLUVIOMETROS

	L6B1	L2B1	L7B1	L2B2	L9B2	L4B2	L10B2	CM	OFICINA
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3	3	2	4	5	6	8	3	3
2	4	5	5	6	6	6	7	6	4
3									
4	38	36	39	24	32	28	32	34	39
5									
6	5	3	3	4	3	3	3	3	3
7	7	6	7	7	6	7	7	6	7
8									
9									
10	3	3	3	2	3	2	3	3	3
11	4	3	4	4	4	4	4	5	5
12									
13	60	64	62	60	60	60	56	54	56
14	7	12	12	10	8	9	8	12	13
15	7	6	6	7	6	6	6	6	6
16	45	49	52	60	56	60	58	55	57
17	92	95	93	105	100	105	110	90	100
18									
19	2	2	2	2	3	2	3	2	2
20	3	2	3	3	2	2	3	3	2
21									
22									
23	14	34	35	15	15	16	15	38	36
24									
25									
26	100	85	98	104	110	104	110	85	85
27									
28	8	12	10	5	5	5	5	18	20
29									
30	10	10	10	10	10	10	10	9	10
31	110	80	110	110	110	120	120	80	80
TOTAL	522	510	556	542	544	555	568	512	531

Tabla 11. Precipitación diaria (mm) del mes de NOVIEMBRE de 2006

PLUVIOMETROS

	L6B1	L2B1	L7B1	L2B2	L9B2	L4B2	L10B2	CM	OFICINA
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	12	9	9	9	9	9	9	8	8
2	15	18	20	15	17	15	15	17	17
3									
4	3	2	2	2	3	3	2	2	3
5									
6	3	2	3	2	3	3	3	3	3
7	2	2	2	2	4	8	8	2	3
8	2	1	1		1	2	2	5	10
9	45	40	42	36	32	41	34	40	39
10									
11									
12	18	21	22	17	16	20	19	20	15
13									
14	16	14	12	10	10	10	10	16	10
15	60	55	50	57	52	58	55	60	55
16	2	2	2	2	3	3	3	8	8
17									
18	8	10	12	5	6	5	5	14	7
19									
20									
21	38	26	26	42	56	64	79	36	45
22									
23	1	2	2	1	1	1	1	1	1
24									
25									
26	2	3	4	2	2	2	3	4	3
27									
28	38	32	32	38	40	38	38	40	40
29									
30									
31									
TOTAL	265	239	241	240	255	282	286	276	267

ANEXO 2

ESTUDIO DE SUELOS DESCRIPCION DE CONSOCIACIONES

ESTUDIO DE SUELOS (DESCRIPCION DE CONSOCIACIONES)

Tabla 12. Descripción Consociación La Vizcaína

0 - 28 cm	Color pardo claro (7.5YR6/3) con el 30% de manchas de color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura arcillosa; estructura en bloques subángulares medianos a gruesos; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocas raíces, vivas; pocos macroorganismos; límite claro y plano.
28 - 46 cm	Color gris claro (10YR7/2) con el 30% de manchas de color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura arcillo limosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocas raíces, vivas; pocos macroorganismos; límite claro y plano.
46 - 81 cm	Color gris claro (5Y7/1) con el 20% de moteados de color amarillo rojizo (7.5YR6/8); textura arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocas raíces, vivas; pocos macroorganismos; límite claro y plano.
81 - 120 cm	Color gris claro (5Y7/1) con moteados de color amarillo rojizo (7.5YR6/8); textura arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocas raíces, vivas; pocos macroorganismos.

Tabla 13. Descripción Consociación Mulería

0 - 56 cm	Color gris claro (5Y7/1) con el 30% de manchas de color pardo amarillento (10YR5/4); textura arcillo limosa; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocas raíces, vivas; pocos macroorganismos; límite claro y plano.
56 - 120 cm	Color gris claro (7.5YR7/0) con el 20% de manchas de color pardo amarillento (10YR5/6); textura franco arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocas raíces, vivas; pocos macroorganismos.

Tabla 14. Descripción Consociación Puerto Wilches

0 - 13 cm	Color pardo oliva (2.5Y4/3); textura franco arcillo limosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa y ligeramente plástica; pocas raíces, vivas; pocos macroorganismos; límite claro y plano.
13 - 41 cm	Color pardo amarillento (10YR5/6); textura franco arcillo limosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pocas raíces, vivas; pocos macroorganismos; límite claro y plano.
41 - 95 cm	Color rojo amarillento (5YR5/6); textura arcillo limosa; estructura en bloques subángulares de muy finos a finos; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocas raíces, vivas; límite gradual y plano.
95 - 120 cm	Color rojo oscuro (7.5R3/6) con moteado rojo amarillento (2.5Y7/3); textura arcillo limosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocas raíces, vivas.

Tabla 15. Descripción Consociación Los Barrancos

0 - 11 cm	Color pardo amarillento oscuro (10YR4/4); textura franco arenosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa, ligeramente plástica; pocas raíces, vivas; pocos macroorganismos; límite claro y plano.
11 - 40 cm	Color pardo amarillento (10YR5/4); textura franco arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; pocas raíces, vivas; pocos macroorganismos; límite claro y plano.
40 - 65 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4) y pardo fuerte (7.5YR5/4); textura Franca arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocas raíces, vivas; pocos macroorganismos; límite claro y plano.
65 - 120 cm	Color gris claro (10YR7/1); textura arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; pocas raíces; pocos macroorganismos.

ANEXO 3

ESTUDIO DE SUELOS CARACTERIZACION FISICA

DESCRIPCIÓN

0 - 10 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franco Arcillosa; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
10 - 50 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Franco Arcillosa; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; límite claro y plano.
50 - 80 cm	Color Pardo rojizo (5YR5/4); textura Franco Arcillosa Arenosa; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
80 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Franco Arcillosa; sin estructura apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica.

PERFIL F07

Paisaje: Planicie Aluvial
Clima ambiental: cálido y húmedo

Tipo de relieve: Terraza Baja
Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. Presenta nivel freático a los 80 cm. el área presenta encharcamientos. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 13 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. límite claro y plano.
13 - 43 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa. Límite claro y plano.
43 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura apreciable; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F08

Paisaje: Planicie Aluvial
Clima ambiental: cálido y húmedo

Tipo de relieve: Terraza Baja
Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. Presenta nivel freático a los 40 cm. el área presenta encharcamientos frecuentes. La Profundidad efectiva es muy superficial, con problemas de drenaje.

DESCRIPCIÓN

0 - 18 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franco Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
18 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares muy finos; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F09

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos con frecuencia. La Profundidad efectiva es muy superficial, con problemas de drenaje.

DESCRIPCIÓN

0 - 7 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franco Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
7 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo amarillento (10YR5/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares muy finos; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica.

PERFIL F10

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

Drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. Drenaje natural moderadamente pobre. Presenta encharcamientos. Profundidad efectiva superficial, con problemas de drenaje.

DESCRIPCIÓN

0 - 11 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franco Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa.
11 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares muy finos; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa.

PERFIL F12

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos con frecuencia. La Profundidad efectiva es muy superficial, con problemas de drenaje.

DESCRIPCIÓN

0 - 5 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
5 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo amarillenta (10YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica.

PERFIL F13

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos con frecuencia. La Profundidad efectiva es muy superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 20 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franco Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa.
20 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo amarillento (10YR5/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares muy finos; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica.

PERFIL F14

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos frecuentes. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 9 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro.
9 - 50 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa.
50 - 104 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura apreciable; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; límite claro y plano.
104 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa.

PERFIL F15

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos con frecuencia. La Profundidad efectiva es muy superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 9 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; límite claro y plano.
9 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo amarillenta (10YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica.

PERFIL F16

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos con frecuencia. La Profundidad efectiva es muy superficial, con problemas de drenaje.

DESCRIPCIÓN

0 - 20 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franco Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
20 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica.

PERFIL F17

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es moderado, al igual que el drenaje externo. Drenaje natural bueno. Profundidad efectiva moderada.

DESCRIPCIÓN

0 - 12 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
12 - 35 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Límite claro.
35 - 80 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
80 - 120 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa Limosa; estructura en bloques subángulares muy finos; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica. Límite claro y plano.
120 – 150 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura apreciable fácilmente; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica. Límite claro y plano.
150 – 170 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa Arenosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa.

El drenaje interno es lento. Drenaje natural muy pobre. El área presenta encharcamientos con frecuencia. Profundidad efectiva muy superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 15 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares de muy finos a finos; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa; límite claro y plano.
15 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F21

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos con frecuencia. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 25 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares de muy finos a finos; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa; límite claro y plano.
25 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F22

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. Drenaje natural pobre. El área presenta encharcamientos. La Profundidad efectiva es muy superficial, con problemas de drenaje.

DESCRIPCIÓN

0 - 10 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y ligeramente plástica; límite claro y plano.
10 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo amarillenta (10YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica.

PERFIL F23

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. Presenta nivel freático a los 60 cm. el área presenta encharcamientos. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 5 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Limite claro y plano.
5 - 49 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa. Limite claro y plano.
49 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura apreciable; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F24

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno al igual que el drenaje externo es lento. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos con frecuencia. La Profundidad efectiva es muy superficial, con problemas de drenaje.

DESCRIPCIÓN

0 – 20 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
20 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica.

PERFIL F25

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 7 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Limite claro.
7 - 53 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa. Limite claro y plano.
53 – 170 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F26

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos frecuentes. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 8 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa; límite claro y plano.
8 - 25 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa; límite claro y plano.
25 - 62ccm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arenosa; estructura en bloques subángulares muy finos; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa; límite claro y plano.
62 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F27

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos frecuentes. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 12 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
12 - 47 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa; límite claro y plano.
47 - 115 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica. Límite claro y plano.
115 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica.

PERFIL F28

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es bueno. El área presenta encharcamientos frecuentes pero cortos. La Profundidad efectiva es moderada.

DESCRIPCIÓN

0 - 14 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franco Arcillosa; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro.
14 - 27 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franco Arcillosa; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
27 - 62 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Franco Arcillosa; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica. límite claro y plano.
62 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica.

PERFIL F29

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es moderado. El área presenta encharcamientos. La Profundidad efectiva es moderada.

DESCRIPCIÓN

0 - 30 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
30 - 60 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Límite claro y plano.
60 - 88 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa Arenosa; estructura en bloques subángulares muy finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Límite claro.
88 - 135 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica. Límite claro y plano.
135 - 170 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa Arenosa; estructura en bloques subángulares muy finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa.

PERFIL F30

Paisaje: Planicie Aluvial
Clima ambiental: cálido y húmedo

Tipo de relieve: Terraza Baja
Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. El área presenta algunos encharcamientos. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 22 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Limite claro y plano.
22 - 53 cm	Color pardo rojiza (5YR5/4); textura Franca Arcillosa Arenosa; estructura en bloques subángulares muy finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Limite claro.
53 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F31

Paisaje: Planicie Aluvial
Clima ambiental: cálido y húmedo

Tipo de relieve: Terraza Baja
Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es pobre. El área presenta algunos encharcamientos. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 13 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Limite claro y plano.
13 - 56 cm	Color pardo rojiza (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa. Limite claro y plano.
56 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa.

PERFIL F32

Paisaje: Planicie Aluvial
Clima ambiental: cálido y húmedo

Tipo de relieve: Terraza Baja
Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es moderado. El drenaje natural es bueno. El área presenta encharcamientos. La Profundidad efectiva es moderada.

DESCRIPCIÓN

0 - 11 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
11 - 58 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Limite claro.
58 - 91 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4) con moteados gris claro (10YR7/2); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
91 - 115 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares muy finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Limite claro y plano.
115 – 170 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa Limosa; sin estructura apreciable fácilmente; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica.

PERFIL F33

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno y externo lento. Drenaje natural pobre. Presenta encharcamientos frecuentemente. Profundidad efectiva superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 15 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares muy finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
15 - 74 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
74 - 130 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados Pardo rojizo (5YR5/4); textura Franco Arcillosa; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa; límite claro y plano.
130 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y plástica.

PERFIL F34

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. El área presenta algunos encharcamientos. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 10 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. limite claro y plano.
10 - 50 cm	Color pardo rojiza (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Limite claro y plano.
50 – 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, mojado pegajosa plástica.

PERFIL F35

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es bueno. El área presenta encharcamientos. La Profundidad efectiva es moderada.

DESCRIPCIÓN

0 - 13 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
13 - 60 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. limite claro y plano.
60 - 90 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa.
90 - 136 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo amarillento (10YR5/4); textura Arcillosa Limosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica; límite claro y plano.
136 – 170 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable.

PERFIL F36

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es muy pobre. El área presenta encharcamientos frecuentemente. La Profundidad efectiva es muy superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 3 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa; límite claro y plano.
3 - 70 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; límite claro y plano.
70 - 110 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados Pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa.
110 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y plástica.

PERFIL F37

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos con frecuencia. La Profundidad efectiva es superficial, con problemas de drenaje.

DESCRIPCIÓN

0 - 44 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; límite claro y plano.
44 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica.

PERFIL F38

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es moderado, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es bueno. El área no presenta encharcamientos. La Profundidad efectiva es moderada.

DESCRIPCIÓN

0 - 10 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro.
10 - 55 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa Arenosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. límite claro
55 - 100 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arenosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo suelta, en mojado no pegajosa. límite claro y plano.
100 - 124 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa Limosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica; límite claro y plano.
124 – 170 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F39

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. El área presenta algunos encharcamientos. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 13 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa. límite claro y plano.
13 - 53 cm	Color pardo rojiza (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Límite claro y plano.
53 – 170 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F40

Paisaje: Planicie Aluvial
Clima ambiental: cálido y húmedo

Tipo de relieve: Terraza Baja
Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. El área presenta algunos encharcamientos. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 – 15 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. limite claro
15 - 54 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Limite claro y plano.
54 – 170 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F41

Paisaje: Planicie Aluvial
Clima ambiental: cálido y húmedo

Tipo de relieve: Terraza Baja
Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 12 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Limite claro y plano.
12 - 53 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Limite claro y plano.
53 – 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F42

Paisaje: Planicie Aluvial
Clima ambiental: cálido y húmedo

Tipo de relieve: Terraza Baja
Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es moderado, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es moderado. El área presenta algunos encharcamientos. La Profundidad efectiva es moderada.

DESCRIPCIÓN

0 - 16 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
16 - 70 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Limite claro.
70 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo amarillenta (10YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F43

Paisaje: Planicie Aluvial
Clima ambiental: cálido y húmedo

Tipo de relieve: Terraza Baja
Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos con frecuencia. La Profundidad efectiva es muy superficial, con problemas de drenaje.

DESCRIPCIÓN

0 - 15 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franco Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
15 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica.

DESCRIPCIÓN

0 - 15 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
15 - 74 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa Arenosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro
74 - 130 cm	Color Pardo rojizo (5YR5/4); textura Franco Arenosa; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
130 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo amarillento (10YR5/4); textura Franco Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F47

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

El drenaje interno es moderado. El drenaje natural es bueno. El área no presenta encharcamientos. La Profundidad efectiva es moderada.

DESCRIPCIÓN

0 - 15 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; límite claro y plano.
15 - 74 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa; límite claro y plano.
74 - 130 cm	Color Pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa Limosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica; límite claro
130 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo amarillento (10YR5/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo muy friable.

PERFIL F48

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

Drenaje interno moderado. Drenaje natural bueno. Área sin encharcamientos.

DESCRIPCIÓN

0 - 12 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
12 - 35 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arenosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Limite claro.
35 - 80 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa Arenosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Limite claro.
80 - 120 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4) con moteados gris claro (10YR7/2); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable.
120 – 150 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca Arcillosa Limosa; sin estructura apreciable fácilmente; consistencia en húmedo muy friable.
150 – 170 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura apreciable fácilmente; consistencia en húmedo muy friable.

PERFIL F49

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es pobre. El área presenta algunos encharcamientos. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 40 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. limite claro.
40 - 60 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa.
60 – 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo amarillenta (10YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable.

PERFIL F50

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es pobre. El área presenta algunos encharcamientos. La Profundidad efectiva es moderada.

DESCRIPCIÓN

0 - 52 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo amarillenta (10YR5/4); textura Arcillosa; bloques subangulares muy finos a finos; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa, limite claro y plano.
52 - 112 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Arcillosa Limosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable.
112 – 170 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F51

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es pobre. el área presenta encharcamientos frecuentemente. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 26 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa; límite claro y plano.
26- 56 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo amarillenta (10YR5/4); textura Franca Arcillosa; bloques subángulares muy finos a finos; consistencia en húmedo friable.
56 - 98 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica. Limite claro y plano.
98 - 158 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Arcillosa Arenosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa y plástica. Limite claro y plano.
158 – 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo amarillenta (10YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable.

PERFIL F52

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos frecuentes. La Profundidad efectiva es muy superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 12 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa.
12 - 69 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa. Limite claro y plano.
69 - 120 cm	Color pardo rojiza (5YR5/4); textura Franca Arcillosa Arenosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Limite claro.
120 - 170 cm	Color pardo rojiza (5YR5/4) con moteados gris claro (10YR7/2); textura Franca Arcillosa Limosa; estructura bloques subángulares finos; consistencia en húmedo muy friable.

PERFIL F53

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos frecuentemente. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 15 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa.
15- 50 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo amarillenta (10YR5/4); textura Franca Arcillosa; bloques subángulares muy finos a finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa, limite claro y plano.
50 - 88 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica. Limite claro y plano.
88 - 123 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Limosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica.
123 – 170 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F54

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos frecuentes. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 56 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca Arcillosa; estructura bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro.
56 - 78 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa.
78 - 110 cm	Color pardo rojiza (5YR5/4); textura Franca Arenosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Limite claro y plano.
110 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F55

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos frecuentes. La Profundidad efectiva es muy superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 25 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
25 - 82 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa; límite claro y plano.
82 - 117 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Franca Arcillosa Limosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y plástica. Limite claro y plano.
117 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica.

PERFIL F56

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

El drenaje interno es moderado, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es moderado. El área no presenta encharcamientos. La Profundidad efectiva es moderada.

DESCRIPCIÓN

0 - 25 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
25 - 80 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. límite claro.
80 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F57

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos frecuentes. Profundidad efectiva muy superficial con problemas de drenaje.

DESCRIPCIÓN

0 - 8 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franco Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa, ligeramente plástica; límite claro y plano.
8 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares muy finos; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F58

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos frecuentes. La Profundidad efectiva es muy superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 14 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
14 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares muy finos; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F59

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

Drenaje interno lento. Drenaje natural moderado. Profundidad efectiva superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 30 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
30 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica.

PERFIL F60

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

El drenaje interno es lento. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos con frecuencia. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 20 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro.
20 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo amarillenta (10YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado muy pegajosa y muy plástica.

PERFIL F61

Paisaje: Planicie Aluvial
Clima ambiental: cálido y húmedo

Tipo de relieve: Terraza Baja
Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es moderado, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es moderado. El área presenta algunos encharcamientos. La Profundidad efectiva es moderada.

DESCRIPCIÓN

0 - 11 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
11 - 54 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. Limite claro.
54 - 152 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa; estructura en bloques subángulares muy finos; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica; límite claro y plano.
152 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojizo (5YR5/4); textura Arcillosa Arenosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa.

PERFIL F62

Paisaje: Planicie Aluvial
Clima ambiental: cálido y húmedo

Tipo de relieve: Terraza Baja
Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos. La Profundidad efectiva es moderada.

DESCRIPCIÓN

0 - 23 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. limite claro y plano.
23 - 56 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa. Limite claro y plano.
56 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura apreciable; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F63

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

Clima ambiental: cálido y húmedo

Clima edáfico: údico, isohipertérmico

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. El área presenta algunos encharcamientos. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 18 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. limite claro y plano.
18 - 45 cm	Color pardo rojiza (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa. Limite claro y plano.
45 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica.

PERFIL F64

Paisaje: Planicie Aluvial

Tipo de relieve: Terraza Baja

El drenaje interno es lento, al igual que el drenaje externo. El drenaje natural es pobre. El área presenta encharcamientos. La Profundidad efectiva es superficial.

DESCRIPCIÓN

0 - 16 cm	Color pardo oscuro (7.5YR4/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa; límite claro y plano.
16 - 40 cm	Color pardo rojizo (5YR5/4); textura Franca Arcillosa; estructura en bloques subángulares finos a medios; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa. limite claro y plano.
40 - 170 cm	Color gris claro (10YR7/2) con moteados pardo rojiza (5YR5/4); textura Arcillosa; sin estructura fácilmente apreciable; consistencia en húmedo muy friable, en mojado pegajosa y plástica.



ANEXO 4

RED FREATIMETRICA
CAMPO EXPERIMENTAL PALMAR DE LA VIZCAINA

Tabla 16. Ubicación Red Freatimétrica

numero pozo	FREATIMETRO	X	Y	COTA (msnm)
1	L52P1L9B2	1040738	1266099	194.2
2	L41P1L8B2	1040740	1265849	195.2
4	L17P9L9B2 (L19P5)	1041017	1266129	195.1
5	L5P2L8B2	1041076	1265859	195.1
6	L97FINALL3B2 (L99)	1041188	1266050	195.1
7	L93P2L2B2	1041110	1265586	196.1
8	L89P9L3B2 (L84)	1041232	1265739	195.0
9	L72P10L2B2	1041276	1265468	195.8
10	L92P9L3B2 (L62)	1041397	1265640	195.4
12	L51P9L2B2	1041442	1265360	195.6
13	L47FINALL3B2	1041513	1265800	194.6
14	L27FINALL1B2	1041502	1265237	195.8
15	L30P6L2B2	1041608	1265238	195.6
16	L22P9L3B2 (P4)	1041737	1265406	195.2
17	L77P16L4B2	1041415	1266030	195.5
18	L67P32L4B2	1041710	1265949	195.2
19	L9P18L5B2 (L4P1)	1041864	1265709	196.0
20	L24P18L5B2	1041658	1265776	195.0
21	L21P5L6B2	1041919	1265670	200.0
22	L27P18L6B2	1042106	1265729	195.6
23	L31P1L7B1	1041837	1264859	197.0
24	L38P7L8B1	1042048	1265190	196.3
25	L43P11L7B1	1042085	1264894	196.4
26	L42 INICIO L2B1	1042154	1264663	197.7
27	L56FINAL L2B1	1042264	1264808	196.6
28	L77P8L2B1	1042429	1264674	196.9
29	L16P2L2B1 (Angola)	1042492	1264395	198.4
30	L30P23L2B1 (Angola)	1042600	1264562	197.3
31	L2B1	1042707	1264714	196.4
32	L51P8L2B1 (Angola)	1042746	1264444	198
33	L3B1	1042865	1264598	197
34	L4B1	1042983	1264754	197
35	L4B1	1043028	1264483	198.3
36	L4B1	1043146	1264642	197.5
37	L5B1	1043263	1264794	197.5
38	L1B1	1043187	1264371	199.1
39	L5B1	1043306	1264528	198.3
40	L6B1	1043422	1264679	198.3
41	L1P1L7B1	1041734	1265066	196.6
42	L5P1L4B2	1041932	1265941	195.6
43	Oleíferas	1043054	1264300	199.3
44	L5P1L16B1 (progenies)	1043134	1264261	199.1

Tabla 17. Ubicación Red
Freatimétrica

numero pozo	FREATIMETRO	X	Y	COTA (msnm)
45	L14P2L16B1 (progenies)	1043204	1264267	199.3
46	LoteFrenteL1B1	1042874	1264251	199.5
47	L5P3L1B1	1042907	1264328	198.8
48	L1B1	1043629	1264277	200.1
49	L3B1	1042833	1264836	197
50	L4B1	1043104	1264911	197
51	L5B1	1043223	1265067	197
52	L5B1	1043382	1264951	198
53	L6B1	1043483	1264838	198
54	L6B1	1043550	1264561	199.1
55	L1B1	1043467	1264411	199.7
56	L1B1	1043348	1264255	199.9
57	L48P17L8B2	1040778	1265962	194
58	L14P16L7B2	1041105	1265717	195.8
59	L32P16L3B2	1041628	1265617	195
60	L20P3L2B2	1041704	1265161	195.8
61	L30PfinalL10B2	1041451	1266200	195
62	L26P32L7B1	1042084	1265026	195.5
63	L62P12L2B1	1042279	1264683	196.8
64	L103P6L2B1	1042601	1264687	196

ANEXO 5

LECTURA RED FREATIMETRICA
CAMPO EXPERIMENTAL PALMAR DE LA VIZCAINA



LECTURAS RED FREATIMETRICA

POZO	COTA (msnm)	Lectura en centímetros		Cotas en metros sobre el nivel del mar					
		Feb-28	febrero 28m	Mar-10	marzo 10m	Mar-28	marzo 28m	Abr-15	abril 15m
1	194.2	52.0	193.7	30.4	193.9	59.6	193.6	0	194.2
2	195.2	81.0	194.4	57.2	194.6	96.7	194.2	30.6	194.9
4	195.1	0.0	195.1	35.5	194.7	40.5	194.7	0	195.1
5	195.1	41.0	194.7	23.6	194.9	60	194.5	13	195.0
6	195.1	39.0	194.7	17.1	194.9	52	194.5	16.2	194.9
7	196.1	35.0	195.8	4.2	196.1	39.7	195.7	2.7	196.1
8	195.0	56.0	194.4	50.8	194.5	73.5	194.3	30.1	194.7
9	195.8	78.0	195.0	43.4	195.4	97.7	194.8	39.8	195.4
10	195.4	44.0	195.0	16.2	195.2	75	194.7	17.6	195.2
12	195.6	40.0	195.2	22.2	195.4	51.2	195.1	18.6	195.4
13	194.6	21.5	194.3	4.2	194.5	25.5	194.3	1.9	194.5
14	195.8	60.0	195.2	38.5	195.4	57.6	195.2	27.7	195.5
15	195.6	75.5	194.8	61.7	195.0	92	194.7	47.2	195.1
16	195.2	48.0	194.7	31	194.8	52	194.6	24.8	194.9
17	195.5	81.3	194.7	2.7	195.5	73	194.8	19.5	195.3
18	195.2	57.9	194.6	34.2	194.9	88.5	194.3	23.6	195.0
19	196.0	73.0	195.3	28.6	195.7	93.9	195.1	20.8	195.8
20	195.0	53.5	194.5	40.5	194.6	52.8	194.5	5.9	194.9
21	200.0	64.5	199.4	37.3	199.6	90.1	199.1	14.2	199.9
22	195.6	24.4	195.3	7	195.5	69.6	194.9	6.3	195.5
23	197.0	86.0	196.1	69.6	196.3	97	196.0	59.5	196.4
24	196.3	20.0	196.1	0	196.3	72.5	195.6	3.1	196.3
25	196.4	49.0	195.9	24.5	196.2	78.6	195.6	14.1	196.3
26	197.7	61.0	197.1	25.8	197.4	83.2	196.9	7.6	197.6
27	196.6	34.0	196.3	12.7	196.5	50.5	196.1	11	196.5
28	196.9	29.0	196.6	13.1	196.8	74	196.2	10.8	196.8
29	198.4	86.0	197.5	52.1	197.9	99	197.4	29.4	198.1
30	197.3	48.2	196.8	5.7	197.2	68.2	196.6	5.5	197.2
31	196.4		196.4		196.4		196.4		196.4
32	198		198.0		198.0		198.0		198.0
33	197		197.0		197.0		197.0		197.0
34	197		197.0		197.0		197.0		197.0
35	198.3		198.3		198.3		198.3		198.3
36	197.5		197.5		197.5		197.5		197.5
37	197.5		197.5		197.5		197.5		197.5
38	199.1		199.1		199.1		199.1		199.1
39	198.3		198.3		198.3		198.3		198.3
40	198.3		198.3		198.3		198.3		198.3
41	196.6	58.5	196.0	42.3	196.2	83	195.8	32.5	196.3
42	195.6	0.0	195.6	86.6	194.7	96.6	194.6	79.6	194.8
43	199.3		199.3		199.3		199.3		199.3
44	199.1		199.1		199.1		199.1		199.1
45	199.3		199.3		199.3		199.3		199.3
46	199.5		199.5		199.5		199.5		199.5
47	198.8		198.8		198.8		198.8		198.8
48	200.1		200.1		200.1		200.1		200.1
49	197		197.0		197.0		197.0		197.0



50	197		197.0		197.0		197.0		197.0
51	197		197.0		197.0		197.0		197.0
52	198		198.0		198.0		198.0		198.0
53	198		198.0		198.0		198.0		198.0
54	199.1		199.1		199.1		199.1		199.1
55	199.7		199.7		199.7		199.7		199.7
56	199.9		199.9		199.9		199.9		199.9
57	194		194.0		194.0		194.0		194.0
58	195.8		195.8		195.8		195.8		195.8
59	195		195.0		195.0		195.0		195.0
60	195.8		195.8		195.8		195.8		195.8
61	195		195.0		195.0		195.0		195.0
62	195.5		195.5		195.5		195.5		195.5
63	196.8		196.8		196.8		196.8		196.8
64	196		196.0		196.0		196.0		196.0

POZO	COTA (msnm)	May-01	mayo 01m	May-11	mayo 11m	May-30	mayo 30m	Jun-10	junio 10m
1	194.2	0	194.2	0	194.2	0	194.2	0	194.2
2	195.2	35.5	194.8	37.3	194.8	40.9	194.8	19.5	195.0
4	195.1	0	195.1	0	195.1	0	195.1	0	195.1
5	195.1	13.1	195.0	10.1	195.0	10.6	195.0	3.7	195.1
6	195.1	15.3	194.9	13.9	194.9	15	194.9	4.7	195.0
7	196.1	1.8	196.1	1.9	196.1	2.3	196.1	0	196.1
8	195.0	46.5	194.5	32.6	194.7	46	194.5	31.4	194.7
9	195.8	39.3	195.4	37.4	195.4	41.7	195.4	28.1	195.5
10	195.4	16.3	195.2	14.6	195.3	19	195.2	10.2	195.3
12	195.6	18.3	195.4	16.5	195.4	16.3	195.4	12.6	195.5
13	194.6	0.9	194.5	2.2	194.5	0.7	194.5	2	194.5
14	195.8	11.4	195.7	8.8	195.7	8.5	195.7	5.1	195.7
15	195.6	43.9	195.2	42.4	195.2	41.3	195.2	36.6	195.2
16	195.2	23.1	194.9	25.6	194.9	33	194.8	17.6	195.0
17	195.5	11.2	195.4	11.1	195.4	12.2	195.4	3.2	195.5
18	195.2	14.6	195.1	15.3	195.0	23.1	195.0	2.7	195.2
19	196.0	13.8	195.9	11.4	195.9	17.5	195.8	4.7	196.0
20	195.0	15.8	194.8	5.3	194.9	28.5	194.7	7.5	194.9
21	200.0	8.5	199.9	4.5	200.0	9.5	199.9	0.1	200.0
22	195.6	2	195.5	1.2	195.5	0.5	195.5	0	195.6
23	197.0	47.3	196.5	53.4	196.4	64.5	196.3	35.3	196.6
24	196.3	3.6	196.3	0.1	196.3	10.2	196.2	0	196.3
25	196.4	12	196.3	10.8	196.3	21.5	196.2	9.2	196.3
26	197.7	4	197.7	3.8	197.7	7.3	197.6	1.8	197.7
27	196.6	10.3	196.5	9.7	196.5	6.2	196.5	6	196.5
28	196.9	6.6	196.8	5.6	196.8	12.6	196.8	2.2	196.9
29	198.4	23.2	198.2	15.8	198.2	24.5	198.2	6	198.3
30	197.3	3.2	197.3	0	197.3	0	197.3	0	197.3
31	196.4		196.4		196.4		196.4		196.4
32	198		198.0		198.0		198.0		198.0
33	197		197.0		197.0		197.0		197.0
34	197		197.0		197.0		197.0		197.0
35	198.3		198.3		198.3		198.3		198.3
36	197.5		197.5		197.5		197.5		197.5
37	197.5		197.5		197.5		197.5		197.5



38	199.1		199.1		199.1		199.1		199.1
39	198.3		198.3		198.3		198.3		198.3
40	198.3		198.3		198.3		198.3		198.3
41	196.6	33.2	196.3	37.7	196.2	54.3	196.1	20.6	196.4
42	195.6	58.4	195.0	58.9	195.0	69.3	194.9	30.5	195.3
43	199.3		199.3		199.3		199.3		199.3
44	199.1		199.1		199.1		199.1		199.1
45	199.3		199.3		199.3		199.3		199.3
46	199.5		199.5		199.5		199.5		199.5
47	198.8		198.8		198.8		198.8		198.8
48	200.1		200.1		200.1		200.1		200.1
49	197		197.0		197.0		197.0		197.0
50	197		197.0		197.0		197.0		197.0
51	197		197.0		197.0		197.0		197.0
52	198		198.0		198.0		198.0		198.0
53	198		198.0		198.0		198.0		198.0
54	199.1		199.1		199.1		199.1		199.1
55	199.7		199.7		199.7		199.7		199.7
56	199.9		199.9		199.9		199.9		199.9
57	194		194.0		194.0		194.0		194.0
58	195.8		195.8		195.8		195.8		195.8
59	195		195.0		195.0		195.0		195.0
60	195.8		195.8		195.8		195.8		195.8
61	195		195.0		195.0		195.0		195.0
62	195.5		195.5		195.5		195.5		195.5
63	196.8		196.8		196.8		196.8		196.8
64	196		196.0		196.0		196.0		196.0

POZO	COTA (msnm)	COTA (msnm)									
		Jun-30	jun30m	Jul-19	jul19m	Jul-31	jul31m	Ago-15	ago15m	Ago-31	ago31m
1	194.2	47.1	193.7	58	193.6	0	194.2	58	193.6	72	193.48
2	195.2	98	194.2	100	194.2	57	194.6	87	194.3	100	194.20
4	195.1	24.5	194.9	11	195.0	0	195.1	21	194.9	75	194.35
5	195.1	46.8	194.6	38	194.7	11	195.0	23	194.9	25	194.85
6	195.1	54	194.5	45	194.6	12	194.9	60	194.5	49	194.56
7	196.1	32.7	195.8	15.5	195.9	16.5	195.9	25.5	195.8	31	195.79
8	195.0	78	194.2	73	194.3	21	194.8	80	194.2	88	194.12
9	195.8	73.3	195.1	72	195.1	31	195.5	62	195.2	57	195.23
10	195.4	75	194.7	75	194.7	0	195.4	75	194.7	100	194.40
12	195.6	35.8	195.2	28	195.3	36	195.2	38	195.2	32	195.28
13	194.6	20	194.4	7.5	194.5	20.5	194.3	15.5	194.4	17	194.38
14	195.8	46.6	195.3	65	195.2	15	195.7	56	195.2	57	195.23
15	195.6	75	194.9	82	194.8	37	195.2	88	194.7	74	194.86
16	195.2	82	194.3	31	194.8	0	195.2	20	195.0	48	194.67
17	195.5	70.5	194.8	84	194.7	32	195.2	76	194.7	67	194.83
18	195.2	73.8	194.5	74	194.5	60	194.6	86	194.3	69	194.51
19	196.0	67	195.3	71	195.3	29	195.7	83	195.2	59	195.41
20	195.0	65.9	194.3	72.5	194.3	30.5	194.7	84.5	194.2	69	194.31
21	200.0	62.4	199.4	59.5	199.4	16.5	199.8	96.5	199.0	100	199.00
22	195.6	58.7	195.0	62	194.9	21	195.3	56	195.0	39	195.16
23	197.0	97	196.0	97	196.0	43	196.5	97	196.0	100	195.95
24	196.3	54.3	195.8	67	195.6	2	196.3	66	195.6	56	195.74
25	196.4	53.8	195.9	60	195.8	40	196.0	69	195.7	61	195.79



26	197.7	59.5	197.1	73.5	197.0	6.5	197.6	63.5	197.1	54	197.16
27	196.6	24.2	196.4	34	196.3	8	196.5	30	196.3	20	196.40
28	196.9	44.5	196.5	40	196.5	22	196.7	40	196.5	40	196.50
29	198.4	71.1	197.7	82	197.6	12	198.3	77	197.6	75	197.65
30	197.3	45.6	196.8	46	196.8	14	197.2	49	196.8	46	196.84
31	196.4		196.4		196.4		196.4		196.4	75	195.65
32	198		198.0		198.0		198.0		198.0	65	197.35
33	197		197.0		197.0		197.0		197.0	72	196.28
34	197		197.0		197.0		197.0		197.0	70	196.30
35	198.3		198.3		198.3		198.3		198.3	41	197.89
36	197.5		197.5		197.5		197.5		197.5	22	197.28
37	197.5		197.5		197.5		197.5		197.5	10	197.40
38	199.1		199.1		199.1		199.1		199.1	73	198.37
39	198.3		198.3		198.3		198.3		198.3	10	198.20
40	198.3		198.3		198.3		198.3		198.3	9	198.21
41	196.6	81.9	195.8	77.5	195.8	43.5	196.2	94.5	195.7	105	195.55
42	195.6	96.6	194.6	96.6	194.6	97	194.6	96.6	194.6	100	194.60
43	199.3		199.3	19	199.1	16	199.1	52	198.7	40	198.85
44	199.1		199.1	47	198.6	9	199.0	50	198.6	45	198.65
45	199.3		199.3	15	199.1	18	199.1	50	198.8	52	198.73
46	199.5		199.5		199.5		199.5		199.5	120	198.30
47	198.8		198.8		198.8		198.8		198.8	87	197.93
48	200.1		200.1		200.1		200.1		200.1	103	199.07
49	197		197.0		197.0		197.0		197.0	68	196.32
50	197		197.0		197.0		197.0		197.0	55	196.45
51	197		197.0		197.0		197.0		197.0	2	196.98
52	198		198.0		198.0		198.0		198.0	75	197.25
53	198		198.0		198.0		198.0		198.0	4	197.96
54	199.1		199.1		199.1		199.1		199.1	7	199.03
55	199.7		199.7		199.7		199.7		199.7	53	199.17
56	199.9		199.9		199.9		199.9		199.9	80	199.10
57	194		194.0		194.0		194.0		194.0	62	193.38
58	195.8		195.8		195.8		195.8		195.8	89	194.91
59	195		195.0		195.0		195.0		195.0	62	194.38
60	195.8		195.8		195.8		195.8		195.8	68	195.12
61	195		195.0		195.0		195.0		195.0	90	194.10
62	195.5		195.5		195.5		195.5		195.5	101	194.49
63	196.8		196.8		196.8		196.8		196.8	85	195.95
64	196		196.0		196.0		196.0		196.0	29	195.71

P	COTA (msnm)		Sep-15		Sep-30		Oct-15		Oct-31		Nov-15		Nov-30	
	msnm		s15m	s30m	s15m	s30m	O15m	O31m	o31m	Nov-15	n15m	Nov-30	n30m	
1	194.2	18	194.0	86	193.3	0	194.2	25	194.0	16	194.0	13	194.1	
2	195.2	13	195.1	70	194.5	5	195.2	24	195.0	45	194.8	70	194.5	
4	195.1	19	194.9	79	194.3	5	195.1	14	195.0	12	195.0	21	194.9	
5	195.1	1	195.1	68	194.4	0	195.1	32	194.8	4	195.1	0	195.1	
6	195.1	8	195.0	70	194.4	14	194.9	16	194.9	5	195.0	39	194.7	
7	196.1	48	195.6	48	195.6	48	195.6	48	195.6	48	195.6	48	195.6	
8	195.0	4	195.0	62	194.4	6	194.9	24	194.8	17	194.8	74	194.3	
9	195.8	20	195.6	81	195.0	13	195.7	25	195.6	45	195.4	44	195.4	
10	195.4	16	195.2	60	194.8	0	195.4	25	195.2	9	195.3	73	194.7	
12	195.6	15	195.5	70	194.9	19	195.4	0	195.6	17	195.4	15	195.5	
13	194.6	28	194.3	49	194.1	0	194.6	10	194.5	15	194.4	11	194.4	



14	195.8	12	195.7	75	195.1	2	195.8	7	195.7	37	195.4	38	195.4
15	195.6	30	195.3	72	194.9	5	195.6	11	195.5	48	195.1	51	195.1
16	195.2	12	195.0	68	194.5	0	195.2	28	194.9	25	194.9	26	194.9
17	195.5	31.5	195.2	81	194.7	7	195.4	28	195.2	5	195.5	40	195.1
18	195.2	13.7	195.1	80	194.4	5	195.2	19	195.0	12	195.1	51	194.7
19	196.0	9.6	195.9	84	195.2	11	195.9	44	195.6	30	195.7	38	195.6
20	195.0	6.7	194.9	90	194.1	11	194.9	28	194.7	19	194.8	20	194.8
21	200.0	9	199.9	67	199.3	2	200.0	9	199.9	80	199.2	91	199.1
22	195.6	0	195.6	71	194.8	7	195.5	92	194.6	0	195.6	0	195.6
23	197.0	38.5	196.6	65	196.3	5	196.9	20	196.8	68	196.3	91	196.0
24	196.3	0	196.3	69	195.6	0	196.3	12	196.2	0	196.3	62	195.7
25	196.4	5.4	196.3	74	195.7	0	196.4	11	196.3	17	196.2	41	196.0
26	197.7	22	197.5	100	196.7	16	197.5	4	197.7	16	197.5	18	197.5
27	196.6	12.9	196.5	81	195.8	5	196.6	5	196.6	8	196.5	7	196.5
28	196.9	4.2	196.9	70	196.2	10	196.8	16	196.7	2	196.9	22	196.7
29	198.4	6.7	198.3	73	197.7	0	198.4	14	198.3	22	198.2	36	198.0
30	197.3	0	197.3	70	196.6	11	197.2	16	197.1	15	197.2	25	197.1
31	196.4	0	196.4	101	195.4	18	196.2	16	196.2	0	196.4	15	196.3
32	198	0	198.0	58	197.4	0	198.0	7	197.9	11	197.9	18	197.8
33	197	0	197.0	76	196.2	9	196.9	31	196.7	1	197.0	53	196.5
34	197	12.3	196.9	95	196.1	2	197.0	31	196.7	0	197.0	27	196.7
35	198.3	0	198.3	82	197.5	14	198.2	25	198.1	12	198.2	0	198.3
36	197.5	21.3	197.3	73	196.8	0	197.5	21	197.3	22	197.3	70	196.8
37	197.5	0	197.5	45	197.1	14	197.4	8	197.4	0	197.5	0	197.5
38	199.1	18.7	198.9	82	198.3	22	198.9	24	198.9	0	199.1	50	198.6
39	198.3	0	198.3	22	198.1	0	198.3	0	198.3	0	198.3	0	198.3
40	198.3	0	198.3	24	198.1	0	198.3	0	198.3	0	198.3	0	198.3
41	196.6	57.7	196.0	90	195.7	0	196.6	33	196.3	76	195.8	90	195.7
42	195.6	24.5	195.4	100	194.6	17	195.4	16	195.4	13	195.5	90	194.7
43	199.3	9.1	199.2	58	198.7	14	199.1	13	199.1	4	199.2	5	199.2
44	199.1	8.8	199.0	60	198.5	5	199.1	8	199.0	21	198.9	28	198.8
45	199.3	29.1	199.0	70	198.6	6	199.2	10	199.2	16	199.1	35	198.9
46	199.5	77.6	198.7	80	198.7	22	199.3	36	199.1	40	199.1	60	198.9
47	198.8	0	198.8	89	197.9	28	198.5	26	198.5	31	198.5	28	198.5
48	200.1	0	200.1	90	199.2	28	199.8	24	199.9	0	200.1	54	199.6
49	197	0	197.0	44	196.6	0	197.0	0	197.0	0	197.0	42	196.6
50	197	0.4	197.0	70	196.3	21	196.8	12	196.9	0	197.0	14	196.9
51	197	0	197.0	10	196.9	0	197.0	0	197.0	0	197.0	0	197.0
52	198	26.8	197.7	38	197.6	5	198.0	11	197.9	0	198.0	85	197.2
53	198	0	198.0	54	197.5	6	197.9	11	197.9	0	198.0	1	198.0
54	199.1	0	199.1	48	198.6	2	199.1	7	199.0	0	199.1	2	199.1
55	199.7	13.8	199.6	92	198.8	40	199.3	22	199.5	0	199.7	31	199.4
56	199.9	35.1	199.5	85	199.1	34	199.6	27	199.6	0	199.9	32	199.6
57	194	35	193.7	85	193.2	27	193.7	45	193.6	37	193.6	28	193.7
58	195.8	30	195.5	98	194.8	30	195.5	44	195.4	38	195.4	64	195.2
59	195	25	194.8	90	194.1	20	194.8	52	194.5	15	194.9	0	195.0
60	195.8	22	195.6	90	194.9	27	195.5	32	195.5	55	195.3	34	195.5
61	195	48	194.5	97	194.0	18	194.8	31	194.7	45	194.6	120	193.8
62	195.5	19.8	195.3	72	194.8	19	195.3	34	195.2	0	195.5	57	194.9
63	196.8	8.3	196.7	82	196.0	14	196.7	48	196.3	15	196.7	31	196.5
64	196	0	196.0	100	195.0	35	195.7	17	195.8	0	196.0	27	195.7



ANEXO 6

PARAMETROS DE DISEÑO Y
DIMENSIONAMIENTO DE CANALES



Se calculó la Infiltración potencial (S):

$$S = 25400 / CN - 254 \quad S = 25400 / 78 - 254 \quad S = 71.64 \text{ mm}$$

Se calculó la Escorrentia (E):

$$E = (P - 0.2 * S)^2 / (P + 0.8 * S) \quad P = 95 \text{ mm}$$

$$E = (95 - 0.2 * 71.64)^2 / (95 + 0.8 * 71.64) \quad E = 42.73 \text{ mm}$$

Se calculó el Coeficiente de Drenaje (Cd):

$$Cd = 4.573 + 1.62 * E \quad \text{Formula de Stephen Milles}$$

$$Cd = 4.573 + 1.62 * 4.273, \quad Cd = 11.49 \text{ lt/seg-ha}$$

Se calculó el Caudal a evacuar por dren (Q):

$$Q = Cd * A \quad Q = Cd * A \quad \text{Formula de Ciprés Kreec para } A < 50 \text{ has}$$

El área de influencia de cada drenaje se determinó teniendo en cuenta que inicialmente se construirán cada 36 metros y que la longitud de los canales es de 200 metros aproximadamente.

$$A = 36 * 200 \quad A = 0.72 \text{ has.}$$

$$Q = 11.49 * 0.72 \quad Q = 10 \text{ LPS}$$

Se procedió a dimensionar la base del canal:

$$b = d (4 - Z) \quad Z = 0.75 \text{ Recomendada Para textura Fr y Ar}$$

$$b = d (4 - 0.75) = 3.25 * d$$

El Perímetro Húmedo:

$$Ph = 3.25d + 2d \text{ Raíz } (Z^2 + 1) \quad Ph = 3.25d + 2d \text{ Raíz } (0.75^2 + 1) = 5.75 d$$

El Radio Hidraulico:

$$Rh = 0.695d$$



Para conocer d se reemplaza en la siguiente ecuacion:

$$Q = (A * Rh^{2/3} * M^{1/2})/n \quad M : \text{pendiente} \quad n : \text{Maning}$$

$$0.01 = (4d^2 * (0.695d)^{2/3} * (0.003)^{1/2}) / 0.025 \quad 0.01 = 6.876d^{8/3}$$

$$d = (0.01/6.876)^{3/8} \quad d = 0.1 \text{ m}$$

$$b = 3.25 * (0.1) = 0.33 \text{ m} \quad Ph = 5.75 * (0.1) = 0.58 \text{ m}$$

$$Rh = 0.695 * (0.1) = 0.07 \text{ m} \quad A = 4 * (0.1)^2 = 0.04 \text{ m}^2$$

$$T = b + 2 (Z*d) = 0.33 + 2(0.75 * 0.1) \quad T = 0.48 \text{ m}$$

Chequeo

$$V = Q / A \quad V = 0.01 \text{ m}^3/\text{s} / 0.04 \text{ m}^2 = 0.25 \text{ m/s}$$

$$A = 1.8027(Y)^2 = 1.8027 (0.1)^2 = 0.018$$

$$P = 3.9077(Y) = 3.9077 (0.1) = 0.39$$

$$A / P = Y / 20.018 / 0.39 = 0.1 / 2 \quad 0.048 = 0.05$$



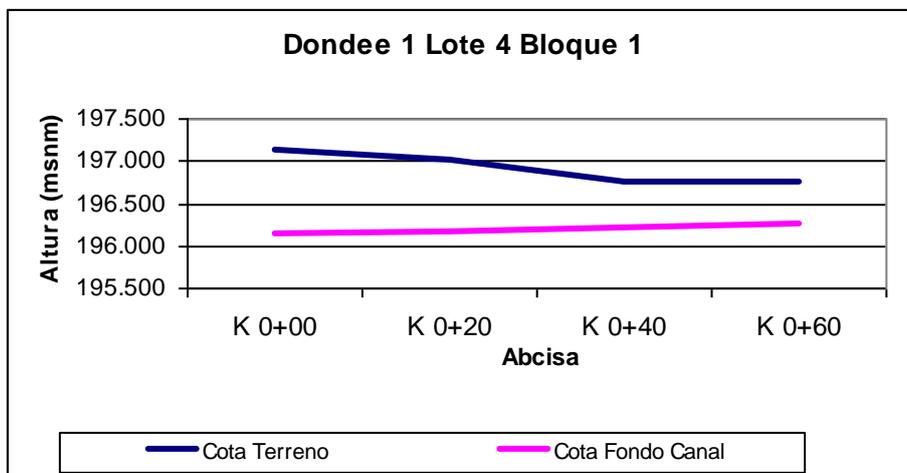
ANEXO 7

PERFILES DE CANALES PROPUESTOS

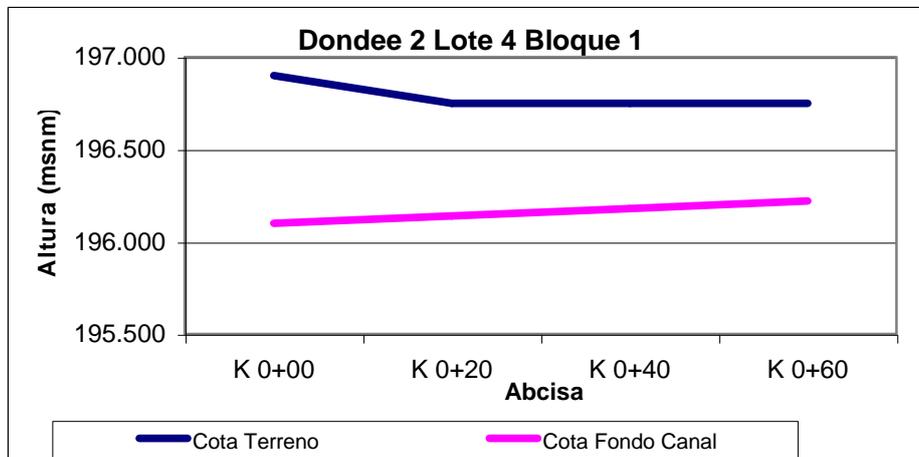


PERILES DE CANALES PROPUESTOS

DONDEE 01 LOTE 4 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D1L4	K 0+00	197.125	196.125	1.000
E2D1L4	K 0+20	197.000	196.165	0.835
E3D1L4	K 0+40	196.750	196.205	0.545
E4D1L4	K 0+60	196.750	196.245	0.505

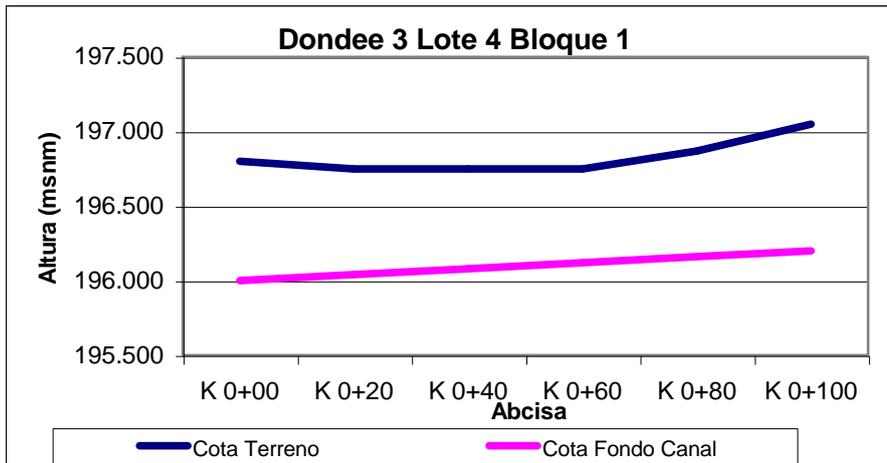


DONDEE 02 LOTE 4 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D2L4	K 0+00	196.900	196.100	0.800
E2D2L4	K 0+20	196.750	196.140	0.610
E3D2L4	K 0+40	196.750	196.180	0.570
E4D2L4	K 0+60	196.750	196.220	0.530

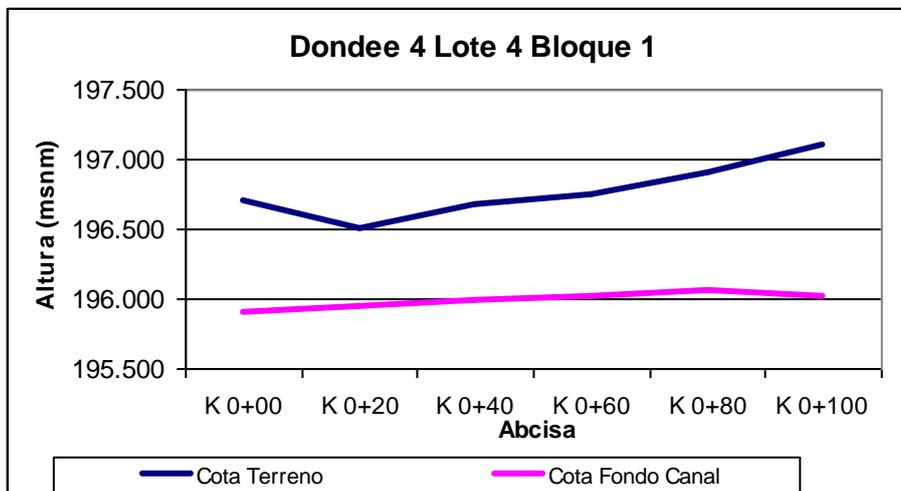




DONDEE 03 LOTE 4 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D3L4	K 0+00	196.800	196.000	0.800
E2D3L4	K 0+20	196.750	196.040	0.710
E3D3L4	K 0+40	196.750	196.080	0.670
E4D3L4	K 0+60	196.750	196.120	0.630
E5D3L4	K 0+80	196.870	196.160	0.710
E6D3L4	K 0+100	197.050	196.200	0.850

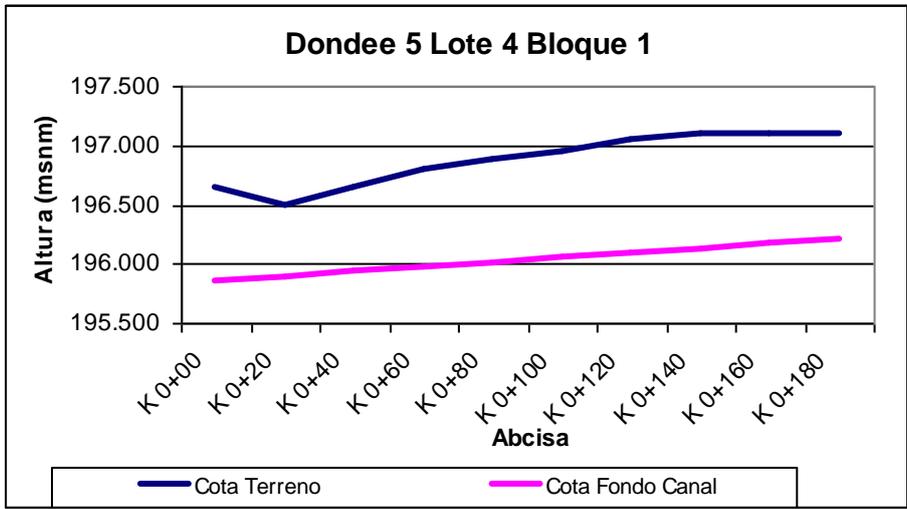


DONDEE 04 LOTE 4 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D4L4	K 0+00	196.700	195.900	0.800
E2D4L4	K 0+20	196.500	195.940	0.560
E3D4L4	K 0+40	196.670	195.980	0.690
E4D4L4	K 0+60	196.750	196.020	0.730
E5D4L4	K 0+80	196.900	196.060	0.840
E6D4L4	K 0+100	197.100	196.020	1.080

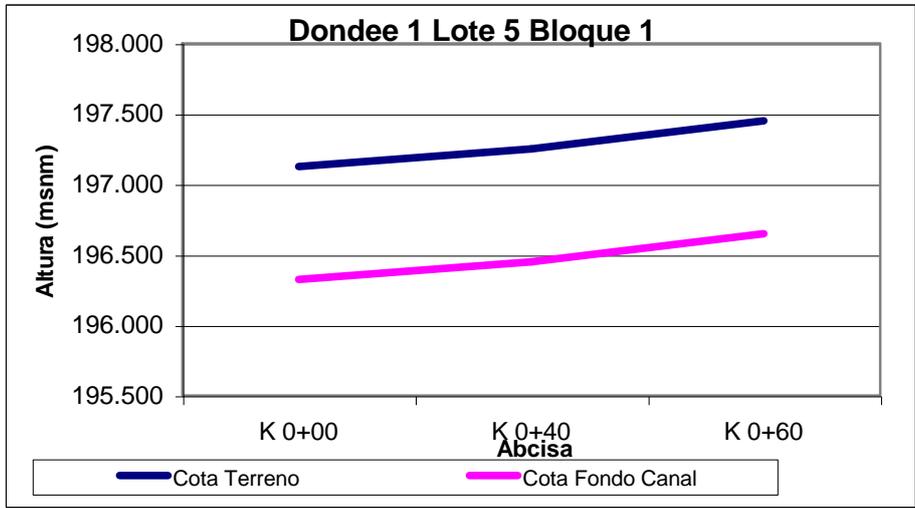




DONDEE 05 LOTE 4 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D5L4	K 0+00	196.650	195.850	0.800
E2D5L4	K 0+20	196.500	195.890	0.610
E3D5L4	K 0+40	196.650	195.930	0.720
E4D5L4	K 0+60	196.800	195.970	0.830
E5D5L4	K 0+80	196.880	196.010	0.870
E6D5L4	K 0+100	196.950	196.050	0.900
E7D5L4	K 0+120	197.050	196.090	0.960
E8D5L4	K 0+140	197.100	196.130	0.970
E9D5L4	K 0+160	197.100	196.170	0.930
E10D5L4	K 0+180	197.100	196.210	0.890

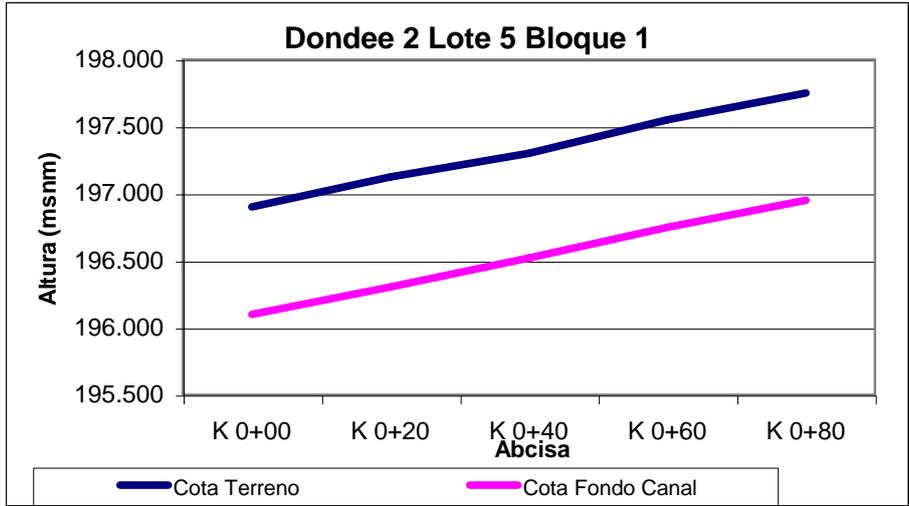


DONDEE 01 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D1L5	K 0+00	197.125	196.325	0.800
E2D1L5	K 0+40	197.250	196.450	0.800
E3D1L5	K 0+60	197.450	196.650	0.800

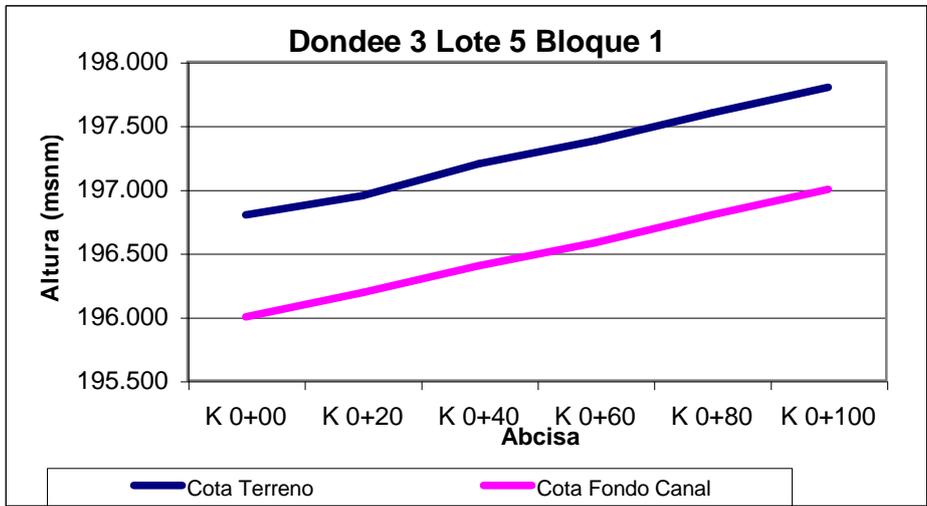




DONDEE 02 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D2L5	K 0+00	196.900	196.100	0.800
E2D2L5	K 0+20	197.125	196.305	0.820
E3D2L5	K 0+40	197.300	196.520	0.780
E4D2L5	K 0+60	197.550	196.750	0.800
E5D2L5	K 0+80	197.750	196.950	0.800

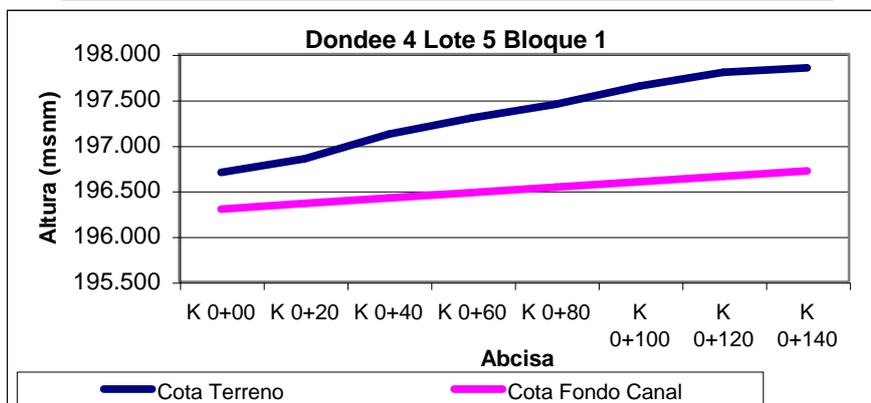


DONDEE 03 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D3L5	K 0+00	196.800	196.000	0.800
E2D3L5	K 0+20	196.950	196.190	0.760
E3D3L5	K 0+40	197.200	196.400	0.800
E4D3L5	K 0+60	197.380	196.580	0.800
E5D3L5	K 0+80	197.600	196.800	0.800
E6D3L5	K 0+100	197.800	197.000	0.800

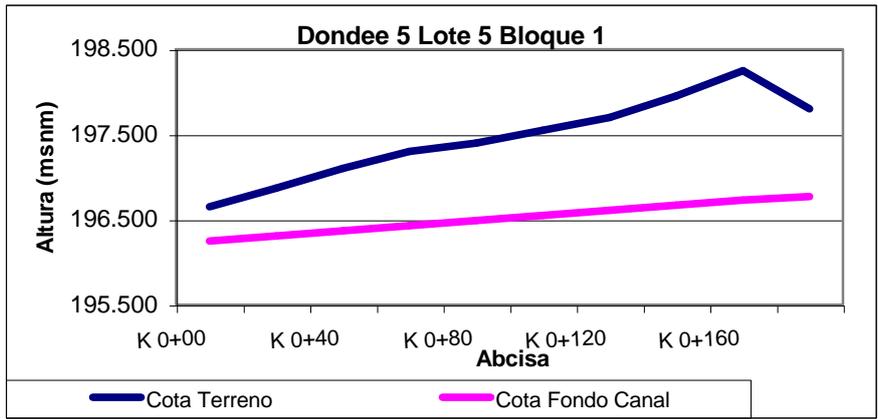




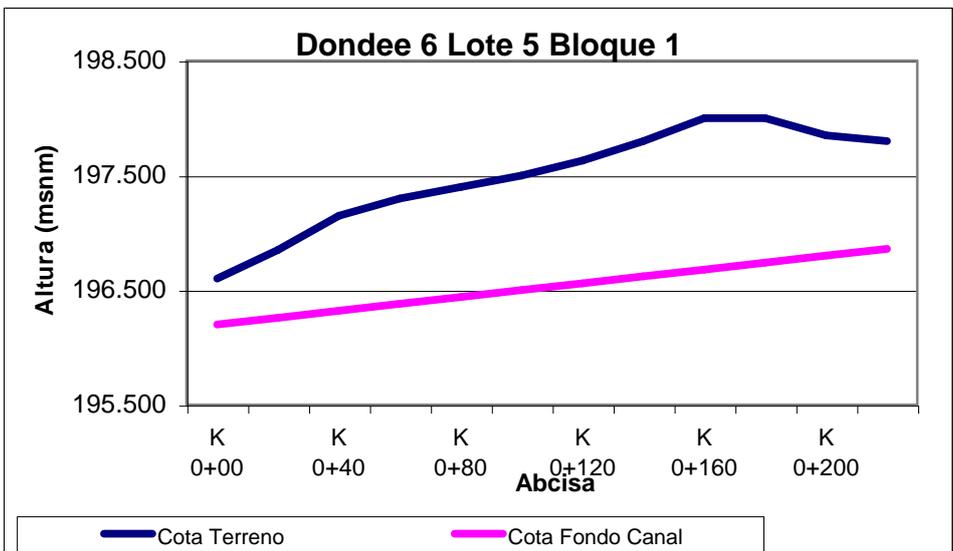
DONDEE 04 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO (msnm)	COTA F CANAL (msnm)	CORTE (m)
E1D4L5	K 0+00	196.700	196.300	0.400
E2D4L5	K 0+20	196.850	196.360	0.490
E3D4L5	K 0+40	197.120	196.420	0.700
E4D4L5	K 0+60	197.300	196.480	0.820
E5D4L5	K 0+80	197.450	196.540	0.910
E6D4L5	K 0+100	197.650	196.600	1.050
E7D4L5	K 0+120	197.800	196.660	1.140
E8D4L5	K 0+140	197.850	196.720	1.130



DONDEE 05 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO (msnm)	COTA F CANAL (msnm)	CORTE (m)
E1D5L5	K 0+00	196.650	196.250	0.400
E2D5L5	K 0+20	196.870	196.310	0.560
E3D5L5	K 0+40	197.100	196.370	0.730
E4D5L5	K 0+60	197.300	196.430	0.870
E5D5L5	K 0+80	197.400	196.490	0.910
E6D5L5	K 0+100	197.550	196.550	1.000
E7D5L5	K 0+120	197.700	196.610	1.090
E8D5L5	K 0+140	197.950	196.670	1.280
E9D5L5	K 0+160	198.250	196.730	1.520
E10D5L5	K 0+180	197.800	196.770	1.030



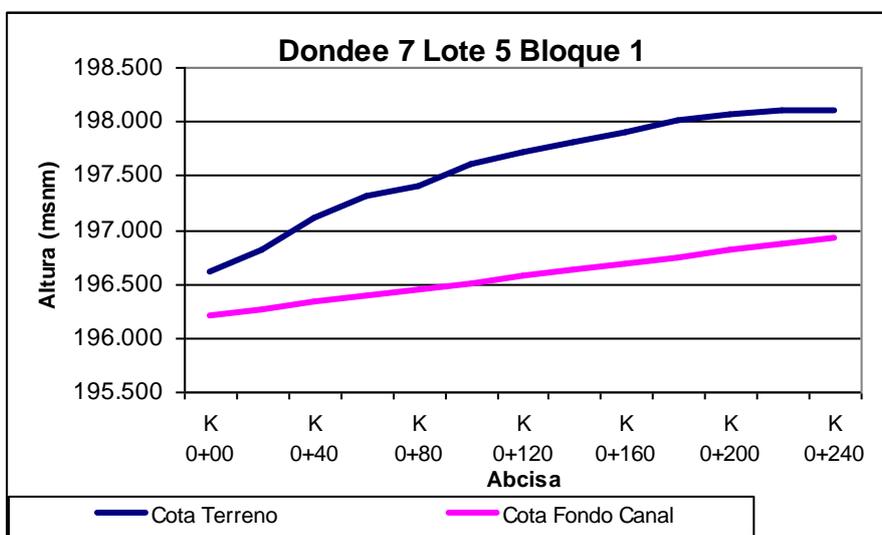
DONDEE 06 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO (msnm)	COTA F CANAL (msnm)	CORTE (m)
E1D6L5	K 0+00	196.600	196.200	0.400
E2D6L5	K 0+20	196.850	196.260	0.590
E3D6L5	K 0+40	197.150	196.320	0.830
E4D6L5	K 0+60	197.300	196.380	0.920
E5D6L5	K 0+80	197.400	196.440	0.960
E6D6L5	K 0+100	197.500	196.500	1.000
E7D6L5	K 0+120	197.630	196.560	1.070
E8D6L5	K 0+140	197.800	196.620	1.180
E9D6L5	K 0+160	198.000	196.680	1.320
E10D6L5	K 0+180	198.000	196.740	1.260
E11D6L5	K 0+200	197.850	196.800	1.050
E12D6L5	K 0+220	197.800	196.860	0.940



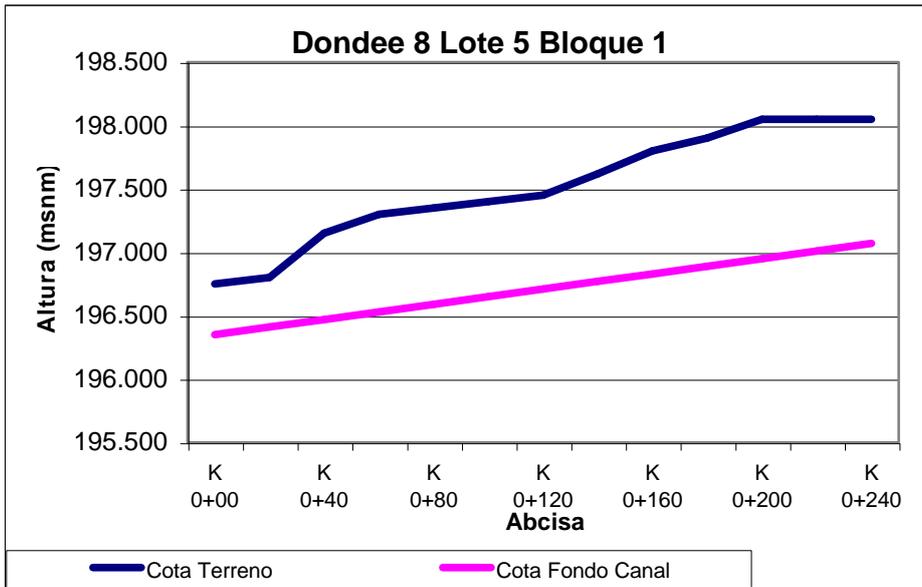
DONDEE 07 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO (msnm)	COTA F CANAL (msnm)	CORTE (m)
E1D7L5	K 0+00	196.600	196.200	0.400



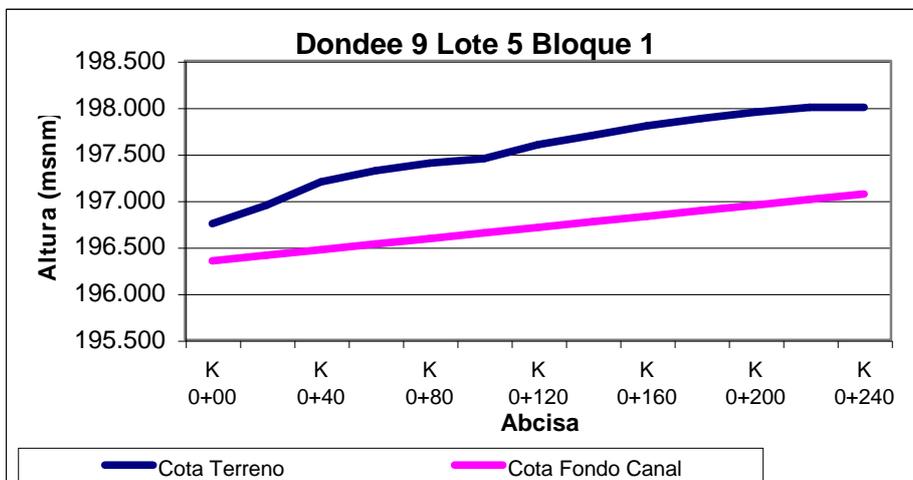
E2D7L5	K 0+20	196.800	196.260	0.540
E3D7L5	K 0+40	197.100	196.320	0.780
E4D7L5	K 0+60	197.300	196.380	0.920
E5D7L5	K 0+80	197.400	196.440	0.960
E6D7L5	K 0+100	197.600	196.500	1.100
E7D7L5	K 0+120	197.700	196.560	1.140
E8D7L5	K 0+140	197.800	196.620	1.180
E9D7L5	K 0+160	197.900	196.680	1.220
E10D7L5	K 0+180	198.000	196.740	1.260
E11D7L5	K 0+200	198.050	196.800	1.250
E12D7L5	K 0+220	198.100	196.860	1.240
E13D7L5	K 0+240	198.100	196.920	1.180



DONDEE 08 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D8L5	K 0+00	196.750	196.350	0.400
E2D8L5	K 0+20	196.800	196.410	0.390
E3D8L5	K 0+40	197.150	196.470	0.680
E4D8L5	K 0+60	197.300	196.530	0.770
E5D8L5	K 0+80	197.350	196.590	0.760
E6D8L5	K 0+100	197.400	196.650	0.750
E7D8L5	K 0+120	197.450	196.710	0.740
E8D8L5	K 0+140	197.620	196.770	0.850
E9D8L5	K 0+160	197.800	196.830	0.970
E10D8L5	K 0+180	197.900	196.890	1.010
E11D8L5	K 0+200	198.050	196.950	1.100
E12D8L5	K 0+220	198.050	197.010	1.040
E13D8L5	K 0+240	198.050	197.070	0.980



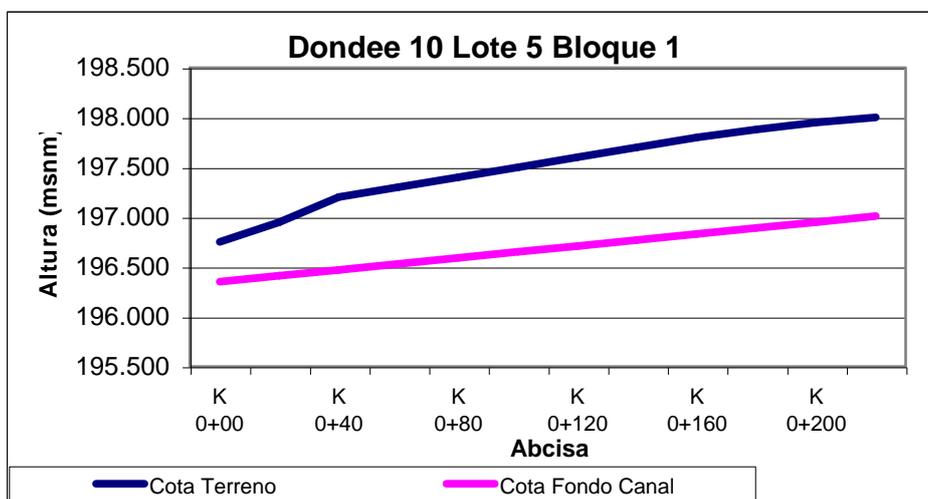
DONDEE 09 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D9L5	K 0+00	196.750	196.350	0.400
E2D9L5	K 0+20	196.950	196.410	0.540
E3D9L5	K 0+40	197.200	196.470	0.730
E4D9L5	K 0+60	197.320	196.530	0.790
E5D9L5	K 0+80	197.400	196.590	0.810
E6D9L5	K 0+100	197.450	196.650	0.800
E7D9L5	K 0+120	197.600	196.710	0.890
E8D9L5	K 0+140	197.700	196.770	0.930
E9D9L5	K 0+160	197.800	196.830	0.970
E10D9L5	K 0+180	197.880	196.890	0.990
E11D9L5	K 0+200	197.950	196.950	1.000
E12D9L5	K 0+220	198.000	197.010	0.990
E13D9L5	K 0+240	198.000	197.070	0.930



DONDEE 10 LOTE 5 BLOQUE 1

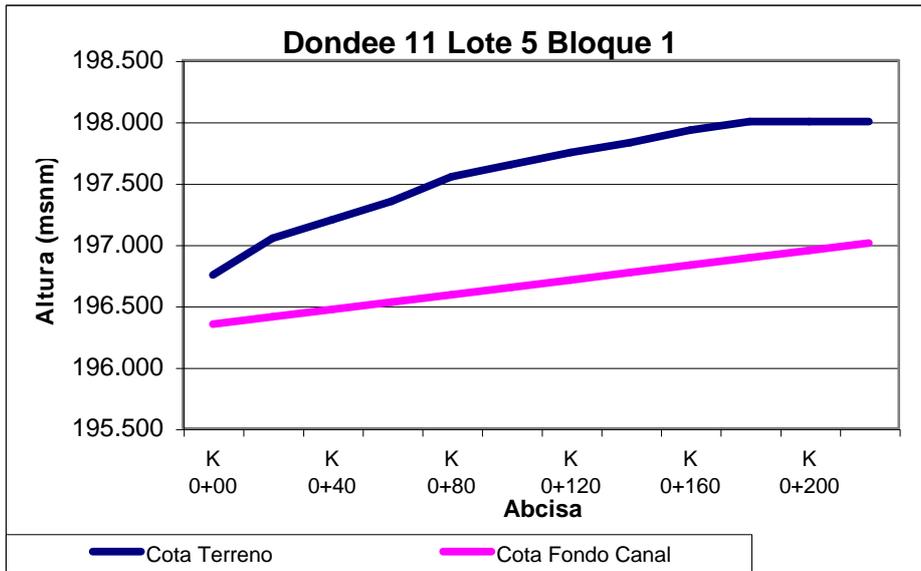


ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D10L5	K 0+00	196.750	196.350	0.400
E2D10L5	K 0+20	196.950	196.410	0.540
E3D10L5	K 0+40	197.200	196.470	0.730
E4D10L5	K 0+60	197.300	196.530	0.770
E5D10L5	K 0+80	197.400	196.590	0.810
E6D10L5	K 0+100	197.500	196.650	0.850
E7D10L5	K 0+120	197.600	196.710	0.890
E8D10L5	K 0+140	197.700	196.770	0.930
E9D10L5	K 0+160	197.800	196.830	0.970
E10D10L5	K 0+180	197.880	196.890	0.990
E11D10L5	K 0+200	197.950	196.950	1.000
E12D10L5	K 0+220	198.000	197.010	0.990

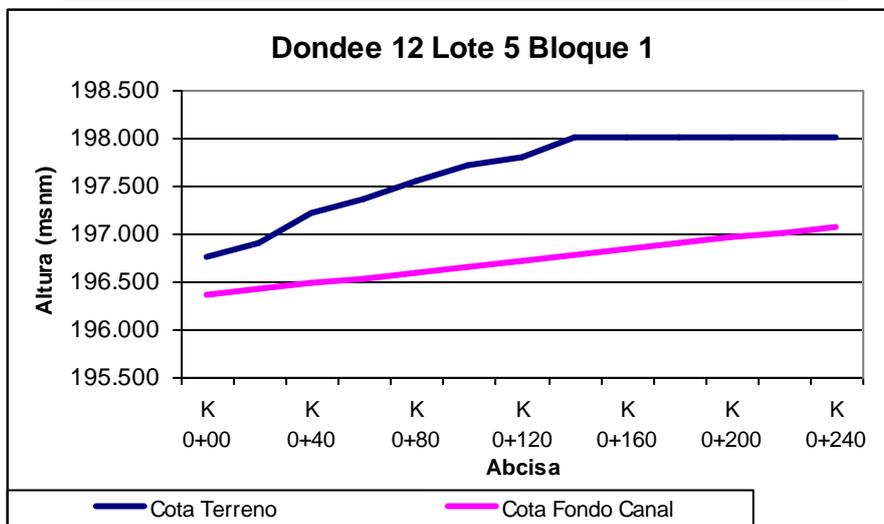


DONDEE 11 LOTE 5 BLOQUE 1

ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D11L5	K 0+00	196.750	196.350	0.400
E2D11L5	K 0+20	197.050	196.410	0.640
E3D11L5	K 0+40	197.200	196.470	0.730
E4D11L5	K 0+60	197.350	196.530	0.820
E5D11L5	K 0+80	197.550	196.590	0.960
E6D11L5	K 0+100	197.650	196.650	1.000
E7D11L5	K 0+120	197.750	196.710	1.040
E8D11L5	K 0+140	197.830	196.770	1.060
E9D11L5	K 0+160	197.930	196.830	1.100
E10D11L5	K 0+180	198.000	196.890	1.110
E11D11L5	K 0+200	198.000	196.950	1.050
E12D11L5	K 0+220	198.000	197.010	0.990

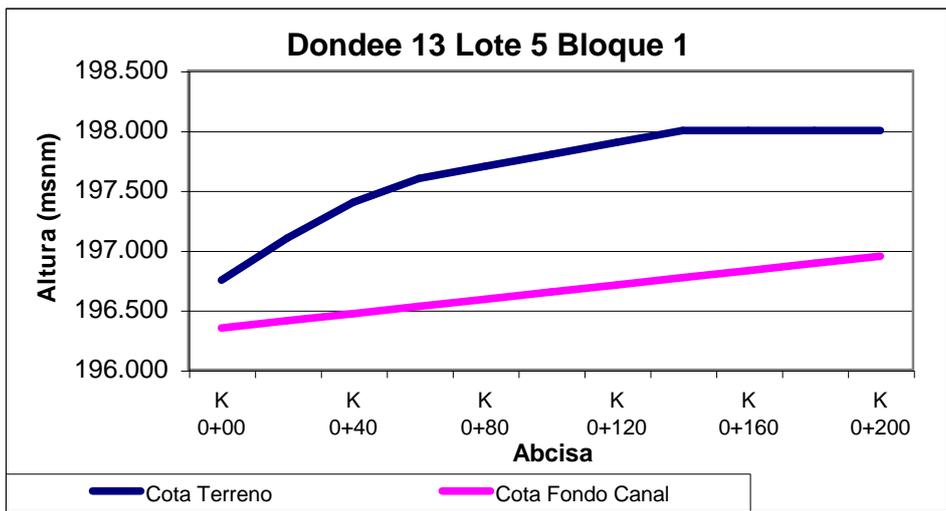


DONDEE 12 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D12L5	K 0+00	196.750	196.350	0.400
E2D12L5	K 0+20	196.900	196.410	0.490
E3D12L5	K 0+40	197.200	196.470	0.730
E4D12L5	K 0+60	197.350	196.530	0.820
E5D12L5	K 0+80	197.550	196.590	0.960
E6D12L5	K 0+100	197.700	196.650	1.050
E7D12L5	K 0+120	197.800	196.710	1.090
E8D12L5	K 0+140	198.000	196.770	1.230
E9D12L5	K 0+160	198.000	196.830	1.170
E10D12L5	K 0+180	198.000	196.890	1.110
E11D12L5	K 0+200	198.000	196.950	1.050
E12D12L5	K 0+220	198.000	197.010	0.990
E13D12L5	K 0+240	198.000	197.070	0.930





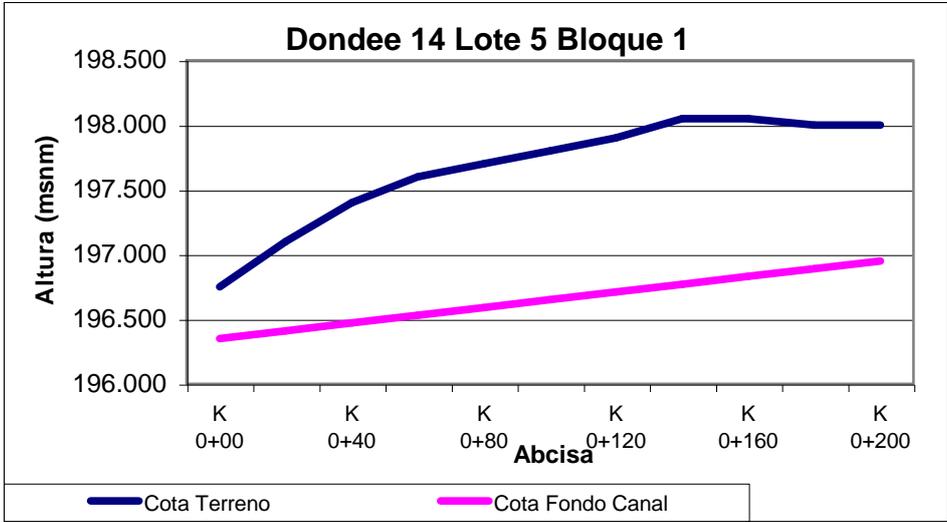
DONDEE 13 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D13L5	K 0+00	196.750	196.350	0.400
E2D13L5	K 0+20	197.100	196.410	0.690
E3D13L5	K 0+40	197.400	196.470	0.930
E4D13L5	K 0+60	197.600	196.530	1.070
E5D13L5	K 0+80	197.700	196.590	1.110
E6D13L5	K 0+100	197.800	196.650	1.150
E7D13L5	K 0+120	197.900	196.710	1.190
E8D13L5	K 0+140	198.000	196.770	1.230
E9D13L5	K 0+160	198.000	196.830	1.170
E10D13L5	K 0+180	198.000	196.890	1.110
E11D13L5	K 0+200	198.000	196.950	1.050



DONDEE 14 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D14L5	K 0+00	196.750	196.350	0.400
E2D14L5	K 0+20	197.100	196.410	0.690
E3D14L5	K 0+40	197.400	196.470	0.930
E4D14L5	K 0+60	197.600	196.530	1.070
E5D14L5	K 0+80	197.700	196.590	1.110
E6D14L5	K 0+100	197.800	196.650	1.150
E7D14L5	K 0+120	197.900	196.710	1.190
E8D14L5	K 0+140	198.050	196.770	1.280
E9D14L5	K 0+160	198.050	196.830	1.220
E10D14L5	K 0+180	198.000	196.890	1.110

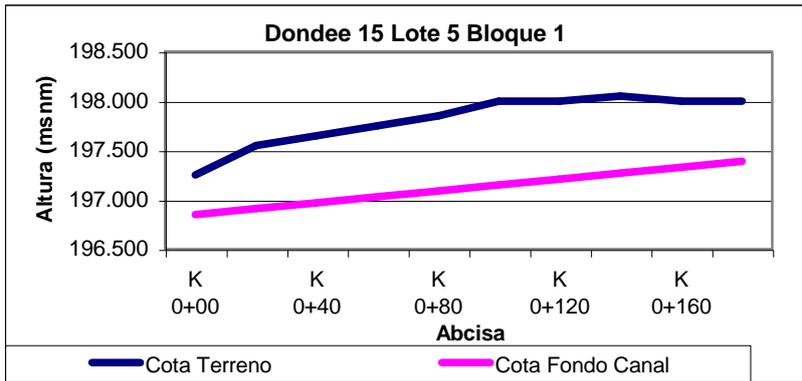


E11D14L5	K 0+200	198.000	196.950	1.050
----------	---------	---------	---------	-------



DONDEE 15 LOTE 5 BLOQUE 1

ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D15L5	K 0+00	197.250	196.850	0.400
E2D15L5	K 0+20	197.550	196.910	0.640
E3D15L5	K 0+40	197.650	196.970	0.680
E4D15L5	K 0+60	197.750	197.030	0.720
E5D15L5	K 0+80	197.850	197.090	0.760
E6D15L5	K 0+100	198.000	197.150	0.850
E7D15L5	K 0+120	198.000	197.210	0.790
E8D15L5	K 0+140	198.050	197.270	0.780
E9D15L5	K 0+160	198.000	197.330	0.670
E10D15L5	K 0+180	198.000	197.390	0.610

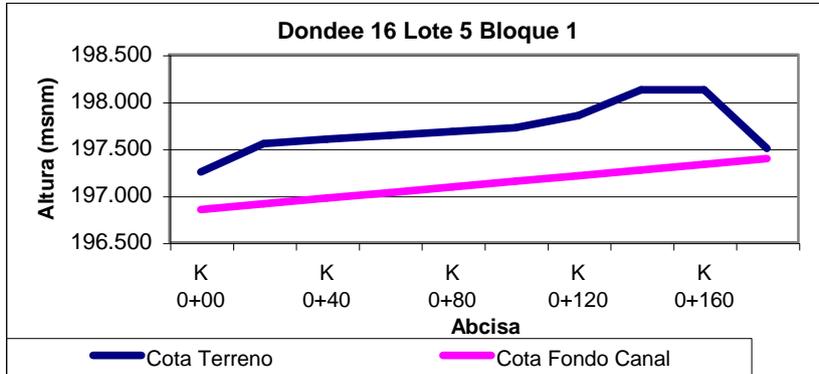


DONDEE 16 LOTE 5 BLOQUE 1

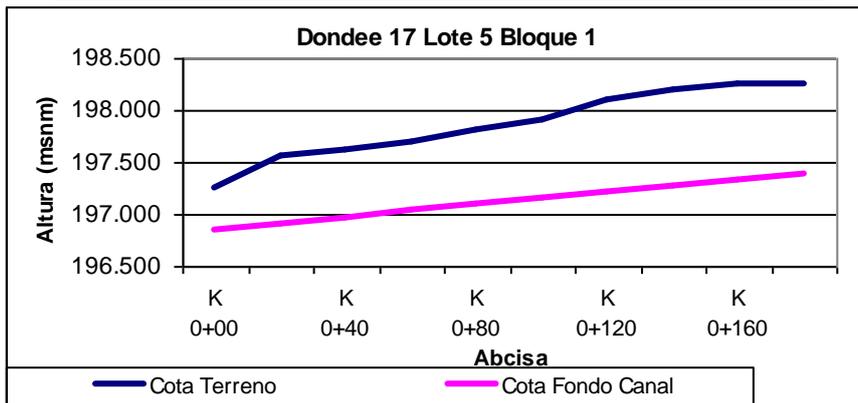
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D16L5	K 0+00	197.250	196.850	0.400
E2D16L5	K 0+20	197.550	196.910	0.640
E3D16L5	K 0+40	197.600	196.970	0.630
E4D16L5	K 0+60	197.640	197.030	0.610



E5D16L5	K 0+80	197.680	197.090	0.590
E6D16L5	K 0+100	197.720	197.150	0.570
E7D16L5	K 0+120	197.850	197.210	0.640
E8D16L5	K 0+140	198.125	197.270	0.855
E9D16L5	K 0+160	198.125	197.330	0.795
E10D16L5	K 0+180	197.500	197.390	0.110



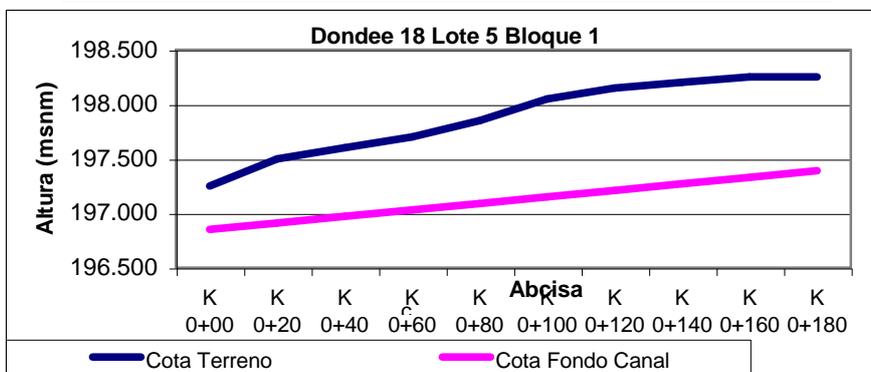
DONDEE 17 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO (msnm)	COTA F CANAL (msnm)	CORTE (m)
E1D17L5	K 0+00	197.250	196.850	0.400
E2D17L5	K 0+20	197.550	196.910	0.640
E3D17L5	K 0+40	197.620	196.970	0.650
E4D17L5	K 0+60	197.700	197.030	0.670
E5D17L5	K 0+80	197.800	197.090	0.710
E6D17L5	K 0+100	197.900	197.150	0.750
E7D17L5	K 0+120	198.100	197.210	0.890
E8D17L5	K 0+140	198.200	197.270	0.930
E9D17L5	K 0+160	198.250	197.330	0.920
E10D17L5	K 0+180	198.250	197.390	0.860



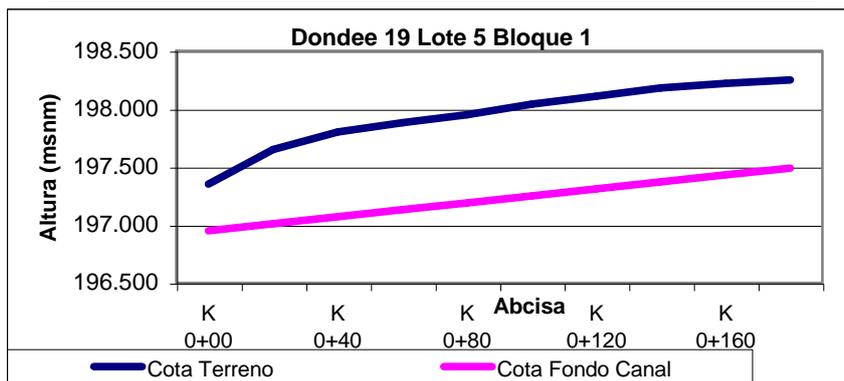
DONDEE 18 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO (msnm)	COTA F CANAL (msnm)	CORTE (m)
E1D18L5	K 0+00	197.250	196.850	0.400
E2D18L5	K 0+20	197.500	196.910	0.590
E3D18L5	K 0+40	197.600	196.970	0.630
E4D18L5	K 0+60	197.700	197.030	0.670



E5D18L5	K 0+80	197.850	197.090	0.760
E6D18L5	K 0+100	198.050	197.150	0.900
E7D18L5	K 0+120	198.150	197.210	0.940
E8D18L5	K 0+140	198.200	197.270	0.930
E9D18L5	K 0+160	198.250	197.330	0.920
E10D18L5	K 0+180	198.250	197.390	0.860



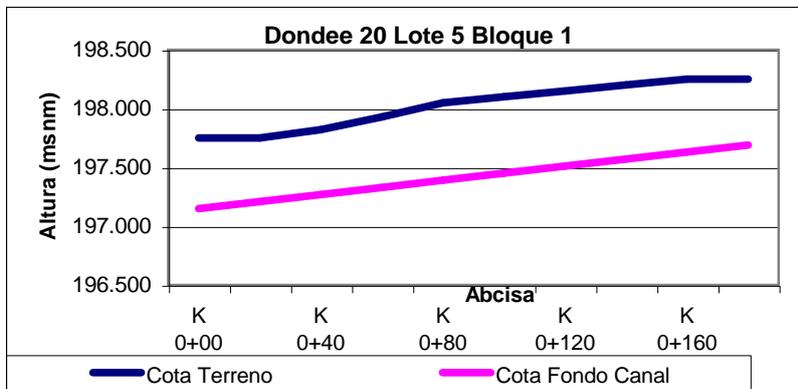
DONDEE 19 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO (msnm)	COTA F CANAL (msnm)	CORTE (m)
E1D19L5	K 0+00	197.350	196.950	0.400
E2D19L5	K 0+20	197.650	197.010	0.640
E3D19L5	K 0+40	197.800	197.070	0.730
E4D19L5	K 0+60	197.880	197.130	0.750
E5D19L5	K 0+80	197.950	197.190	0.760
E6D19L5	K 0+100	198.040	197.250	0.790
E7D19L5	K 0+120	198.110	197.310	0.800
E8D19L5	K 0+140	198.180	197.370	0.810
E9D19L5	K 0+160	198.220	197.430	0.790
E10D19L5	K 0+180	198.250	197.490	0.760



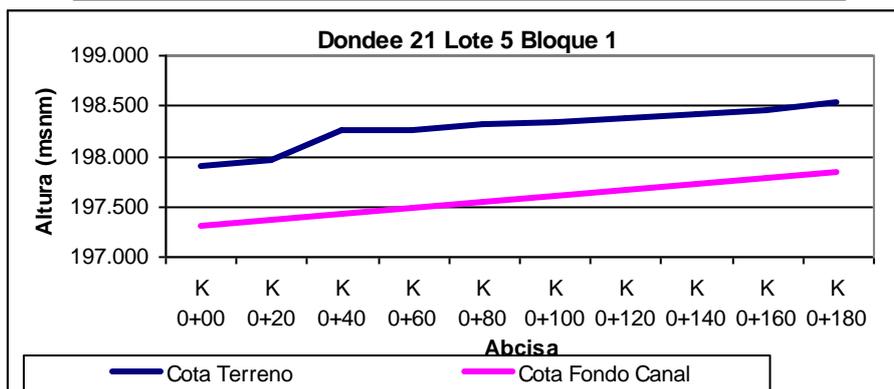
DONDEE 20 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO (msnm)	COTA F CANAL (msnm)	CORTE (m)
E1D20L5	K 0+00	197.750	197.150	0.600
E2D20L5	K 0+20	197.750	197.210	0.540
E3D20L5	K 0+40	197.820	197.270	0.550
E4D20L5	K 0+60	197.930	197.330	0.600



E5D20L5	K 0+80	198.050	197.390	0.660
E6D20L5	K 0+100	198.100	197.450	0.650
E7D20L5	K 0+120	198.150	197.510	0.640
E8D20L5	K 0+140	198.200	197.570	0.630
E9D20L5	K 0+160	198.250	197.630	0.620
E10D20L5	K 0+180	198.250	197.690	0.560



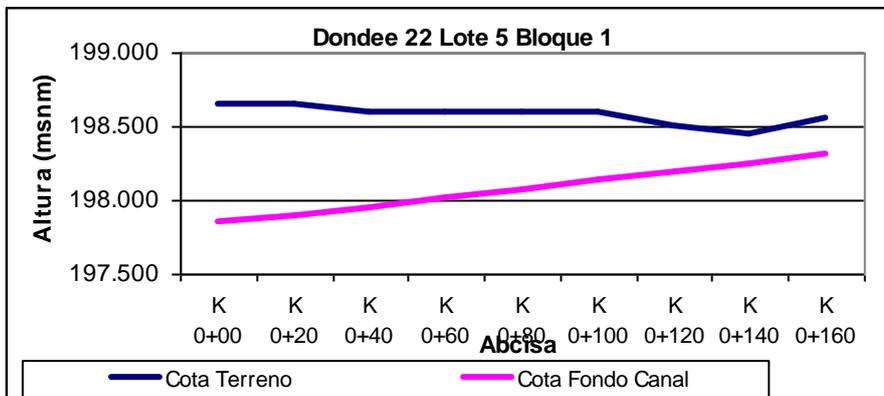
DONDEE 21 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO (msnm)	COTA F CANAL (msnm)	CORTE (m)
E1D21L5	K 0+00	197.900	197.300	0.600
E2D21L5	K 0+20	197.960	197.360	0.600
E3D21L5	K 0+40	198.250	197.420	0.830
E4D21L5	K 0+60	198.250	197.480	0.770
E5D21L5	K 0+80	198.300	197.540	0.760
E6D21L5	K 0+100	198.320	197.600	0.720
E7D21L5	K 0+120	198.370	197.660	0.710
E8D21L5	K 0+140	198.400	197.720	0.680
E9D21L5	K 0+160	198.450	197.780	0.670
E10D21L5	K 0+180	198.520	197.840	0.680



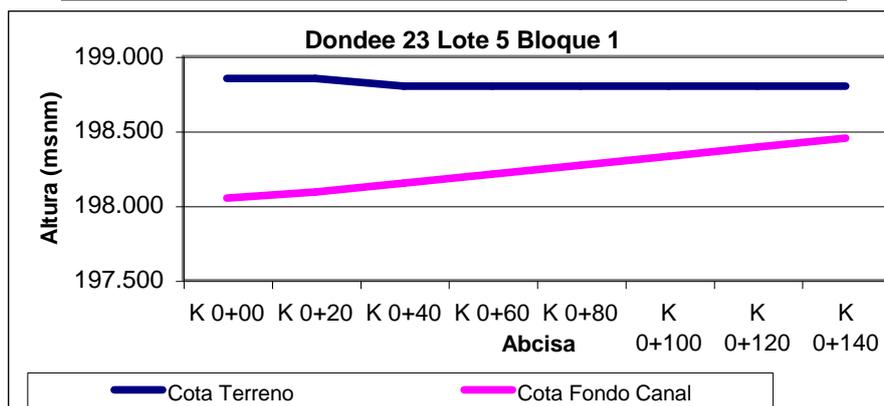
DONDEE 22 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO (msnm)	COTA F CANAL (msnm)	CORTE (m)
E1D22L5	K 0+00	198.650	197.850	0.800
E2D22L5	K 0+20	198.650	197.890	0.760
E3D22L5	K 0+40	198.600	197.950	0.650
E4D22L5	K 0+60	198.600	198.010	0.590



E5D22L5	K 0+80	198.600	198.070	0.530
E6D22L5	K 0+100	198.600	198.130	0.470
E7D22L5	K 0+120	198.500	198.190	0.310
E8D22L5	K 0+140	198.450	198.250	0.200
E9D22L5	K 0+160	198.550	198.310	0.240



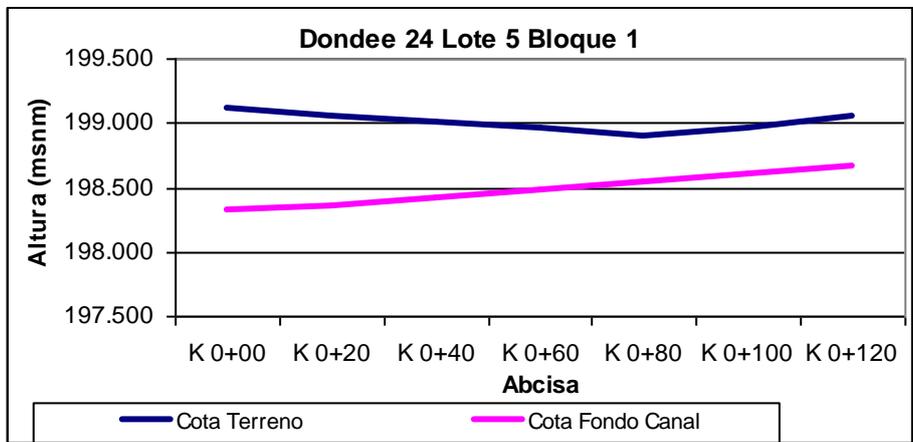
DONDEE 23 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO (msnm)	COTA F CANAL (msnm)	CORTE (m)
E1D23L5	K 0+00	198.850	198.050	0.800
E2D23L5	K 0+20	198.850	198.090	0.760
E3D23L5	K 0+40	198.800	198.150	0.650
E4D23L5	K 0+60	198.800	198.210	0.590
E5D23L5	K 0+80	198.800	198.270	0.530
E6D23L5	K 0+100	198.800	198.330	0.470
E7D23L5	K 0+120	198.800	198.390	0.410
E8D23L5	K 0+140	198.800	198.450	0.350



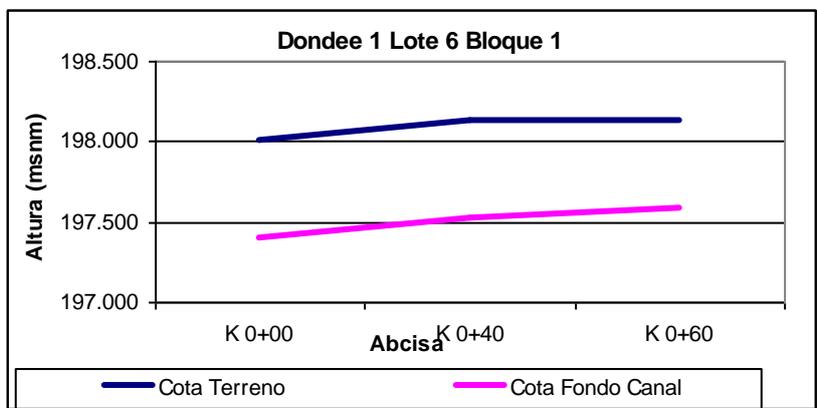
DONDEE 24 LOTE 5 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO (msnm)	COTA F CANAL (msnm)	CORTE (m)
E1D24L5	K 0+00	199.120	198.320	0.800
E2D24L5	K 0+20	199.050	198.360	0.690
E3D24L5	K 0+40	199.000	198.420	0.580



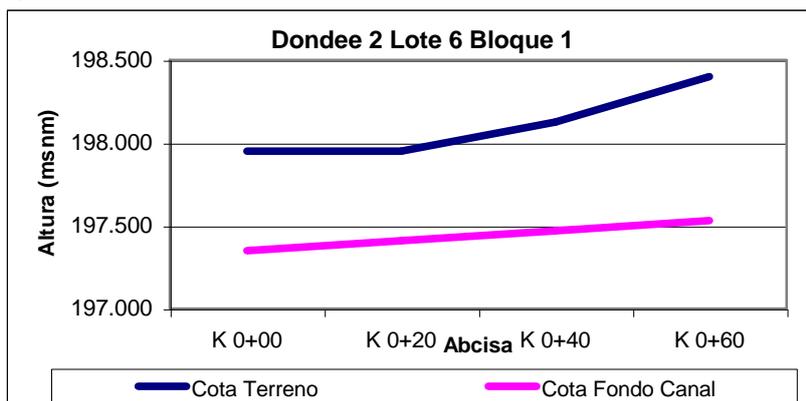
E4D24L5	K 0+60	198.950	198.480	0.470
E5D24L5	K 0+80	198.900	198.540	0.360
E6D24L5	K 0+100	198.950	198.600	0.350
E7D24L5	K 0+120	199.050	198.660	0.390



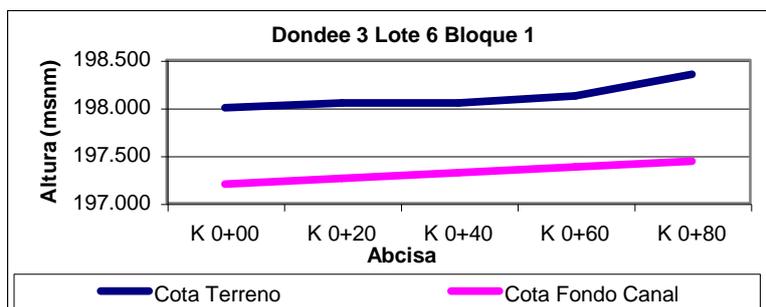
DONDEE 01 LOTE 6 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO (msnm)	COTA F CANAL (msnm)	CORTE (m)
E1D1L6	K 0+00	198.000	197.400	0.600
E2D1L6	K 0+40	198.125	197.525	0.600
E3D1L6	K 0+60	198.125	197.585	0.540



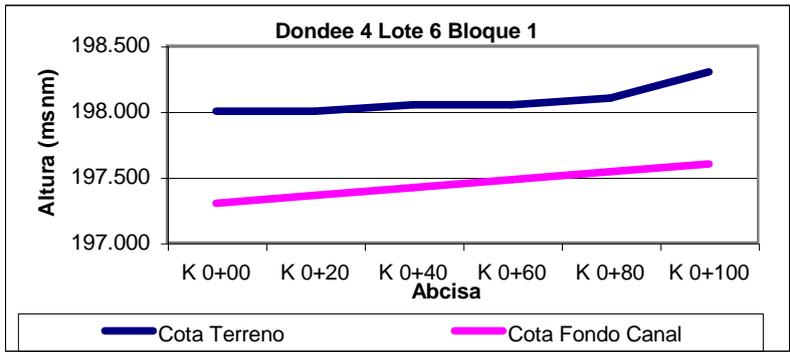
DONDEE 02 LOTE 6 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO (msnm)	COTA F CANAL (msnm)	CORTE (m)
E1D2L6	K 0+00	197.950	197.350	0.600
E2D2L6	K 0+20	197.950	197.410	0.540
E3D2L6	K 0+40	198.125	197.470	0.655
E4D2L6	K 0+60	198.400	197.530	0.870



DONDEE 03 LOTE 6 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	
E1D3L6	K 0+00	198.000	197.200	0.800
E2D3L6	K 0+20	198.050	197.260	0.790
E3D3L6	K 0+40	198.050	197.320	0.730
E4D3L6	K 0+60	198.125	197.380	0.745
E5D3L6	K 0+80	198.350	197.440	0.910

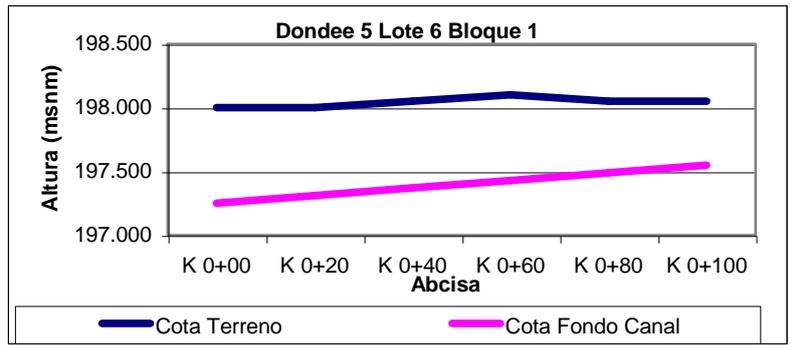


DONDEE 04 LOTE 6 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	
E1D4L6	K 0+00	198.000	197.300	0.700
E2D4L6	K 0+20	198.000	197.360	0.640
E3D4L6	K 0+40	198.050	197.420	0.630
E4D4L6	K 0+60	198.050	197.480	0.570
E5D4L6	K 0+80	198.100	197.540	0.560
E6D4L6	K 0+100	198.300	197.600	0.700



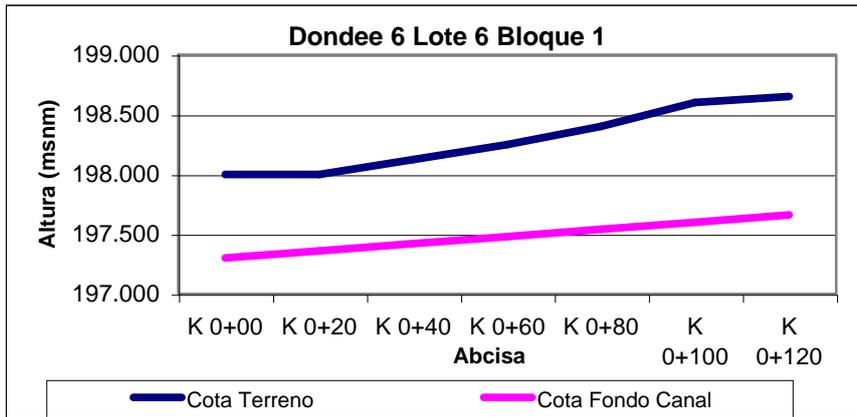
DONDEE 05 LOTE 6 BLOQUE 1

ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D5L6	K 0+00	198.000	197.250	0.750
E2D5L6	K 0+20	198.000	197.310	0.690
E3D5L6	K 0+40	198.050	197.370	0.680
E4D5L6	K 0+60	198.100	197.430	0.670
E5D5L6	K 0+80	198.050	197.490	0.560
E6D5L6	K 0+100	198.050	197.550	0.500



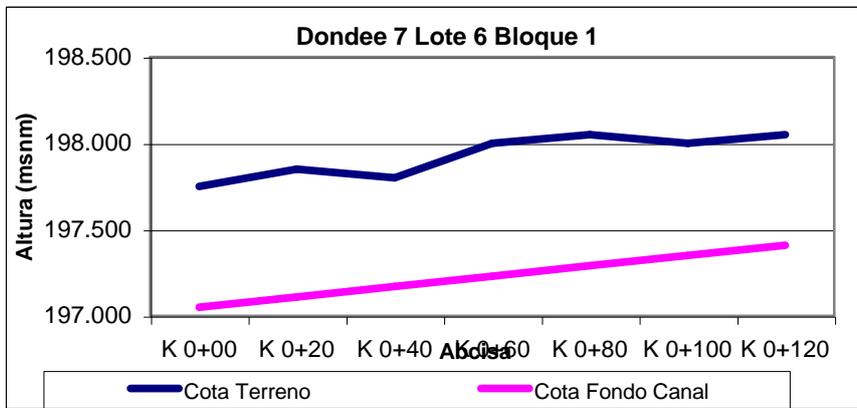
DONDEE 06 LOTE 6 BLOQUE 1

ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D6L6	K 0+00	198.000	197.300	0.700
E2D6L6	K 0+20	198.000	197.360	0.640
E3D6L6	K 0+40	198.125	197.420	0.705
E4D6L6	K 0+60	198.250	197.480	0.770
E5D6L6	K 0+80	198.400	197.540	0.860
E6D6L6	K 0+100	198.600	197.600	1.000
E7D6L6	K 0+120	198.650	197.660	0.990



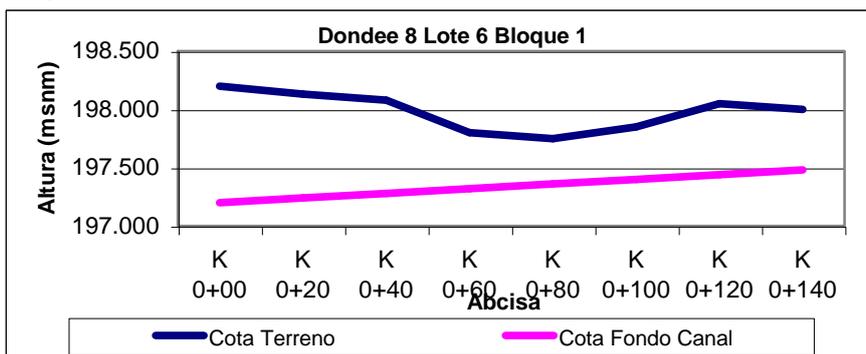
DONDEE 07 LOTE 6 BLOQUE 1

ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO (msnm)	COTA F CANAL (msnm)	CORTE (m)
E1D7L6	K 0+00	197.750	197.050	0.700
E2D7L6	K 0+20	197.850	197.110	0.740
E3D7L6	K 0+40	197.800	197.170	0.630
E4D7L6	K 0+60	198.000	197.230	0.770
E5D7L6	K 0+80	198.050	197.290	0.760
E6D7L6	K 0+100	198.000	197.350	0.650
E7D7L6	K 0+120	198.050	197.410	0.640

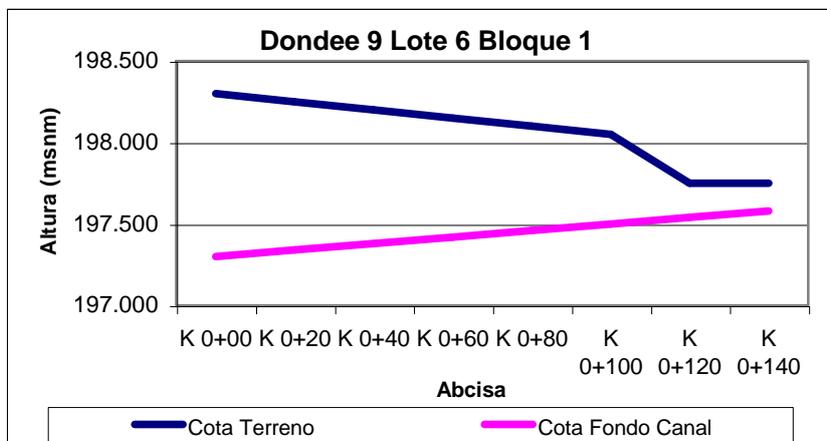


DONDEE 08 LOTE 6 BLOQUE 1

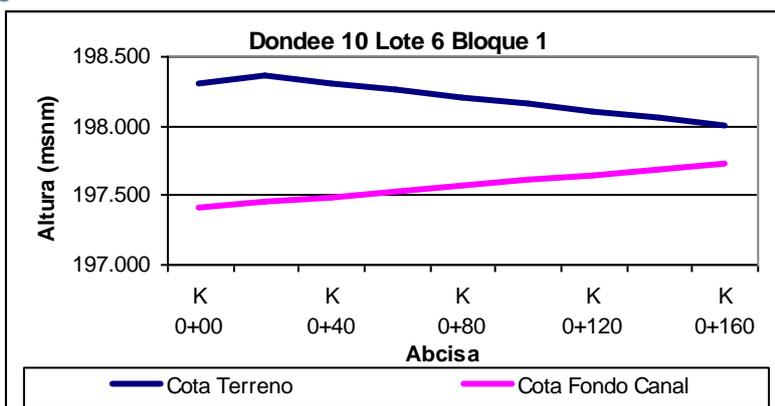
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO (msnm)	COTA F CANAL (msnm)	CORTE (m)
E1D8L6	K 0+00	198.200	197.200	1.000
E2D8L6	K 0+20	198.130	197.240	0.890
E3D8L6	K 0+40	198.080	197.280	0.800
E4D8L6	K 0+60	197.800	197.320	0.480
E5D8L6	K 0+80	197.750	197.360	0.390
E6D8L6	K 0+100	197.850	197.400	0.450
E7D8L6	K 0+120	198.050	197.440	0.610
E8D8L6	K 0+140	198.000	197.480	0.520



DONDEE 09 LOTE 6 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D9L6	K 0+00	198.300	197.300	1.000
E2D9L6	K 0+20	198.250	197.340	0.910
E3D9L6	K 0+40	198.200	197.380	0.820
E4D9L6	K 0+60	198.150	197.420	0.730
E5D9L6	K 0+80	198.100	197.460	0.640
E6D9L6	K 0+100	198.050	197.500	0.550
E7D9L6	K 0+120	197.750	197.540	0.210
E8D9L6	K 0+140	197.750	197.580	0.170

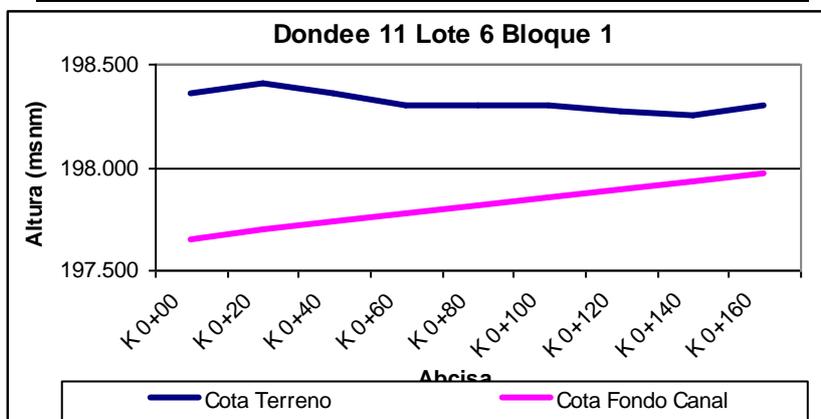


DONDEE 10 LOTE 6 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D10L6	K 0+00	198.300	197.400	0.900
E2D10L6	K 0+20	198.350	197.440	0.910
E3D10L6	K 0+40	198.300	197.480	0.820
E4D10L6	K 0+60	198.250	197.520	0.730
E5D10L6	K 0+80	198.200	197.560	0.640
E6D10L6	K 0+100	198.150	197.600	0.550
E7D10L6	K 0+120	198.100	197.640	0.460
E8D10L6	K 0+140	198.050	197.680	0.370
E9D10L6	K 0+160	198.000	197.720	0.280



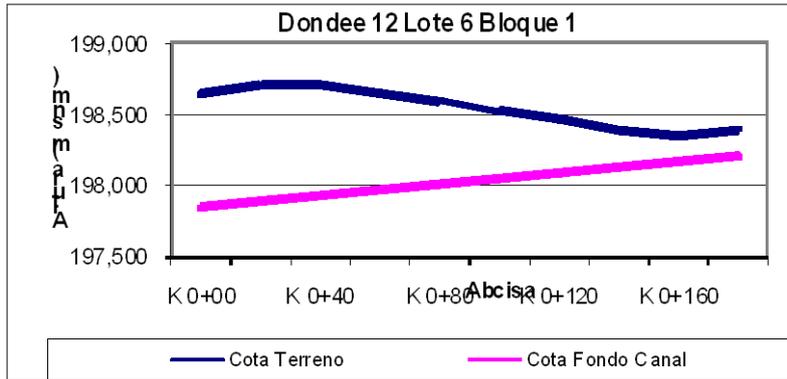
DONDEE 11 LOTE 6 BLOQUE 1

ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D11L6	K 0+00	198.350	197.650	0.700
E2D11L6	K 0+20	198.400	197.690	0.710
E3D11L6	K 0+40	198.350	197.730	0.620
E4D11L6	K 0+60	198.300	197.770	0.530
E5D11L6	K 0+80	198.300	197.810	0.490
E6D11L6	K 0+100	198.300	197.850	0.450
E7D11L6	K 0+120	198.270	197.890	0.380
E8D11L6	K 0+140	198.250	197.930	0.320
E9D11L6	K 0+160	198.300	197.970	0.330



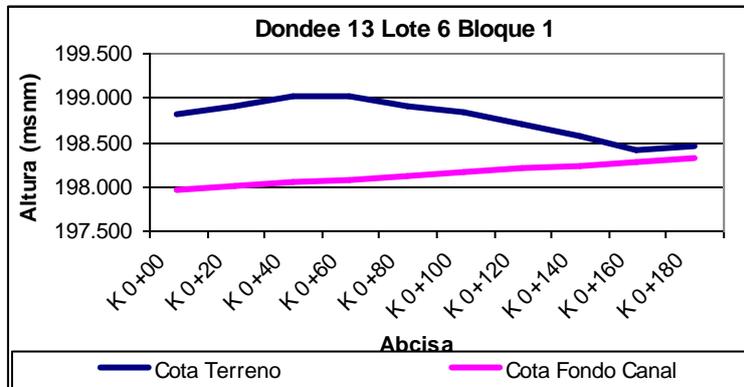
DONDEE 12 LOTE 6 BLOQUE 1

ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D12L6	K 0+00	198.650	197.850	0.800
E2D12L6	K 0+20	198.700	197.890	0.810
E3D12L6	K 0+40	198.700	197.930	0.770
E4D12L6	K 0+60	198.650	197.970	0.680
E5D12L6	K 0+80	198.600	198.010	0.590
E6D12L6	K 0+100	198.520	198.050	0.470
E7D12L6	K 0+120	198.470	198.090	0.380
E8D12L6	K 0+140	198.400	198.130	0.270
E9D12L6	K 0+160	198.350	198.170	0.180
E10D12L6	K 0+180	198.400	198.210	0.190



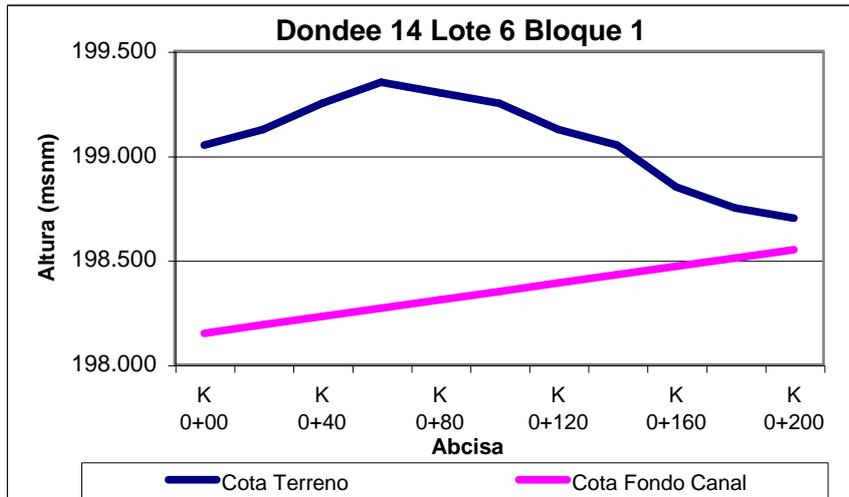
DONDEE 13 LOTE 6 BLOQUE 1

ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D13L6	K 0+00	198.800	197.950	0.850
E2D13L6	K 0+20	198.900	197.990	0.910
E3D13L6	K 0+40	199.000	198.030	0.970
E4D13L6	K 0+60	199.000	198.070	0.930
E5D13L6	K 0+80	198.900	198.110	0.790
E6D13L6	K 0+100	198.820	198.150	0.670
E7D13L6	K 0+120	198.700	198.190	0.510
E8D13L6	K 0+140	198.550	198.230	0.320
E9D13L6	K 0+160	198.400	198.270	0.130
E10D13L6	K 0+180	198.450	198.310	0.140

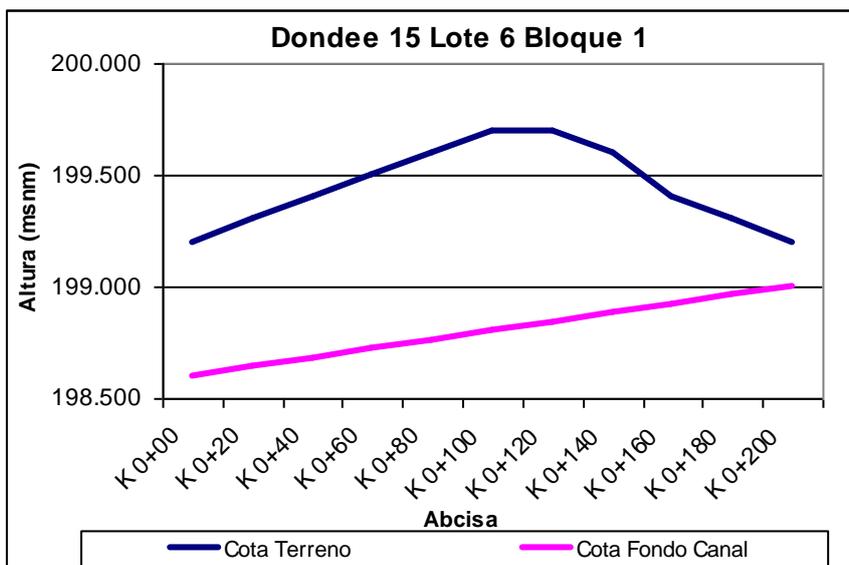


DONDEE 14 LOTE 6 BLOQUE 1

ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D14L6	K 0+00	199.050	198.150	0.900
E2D14L6	K 0+20	199.125	198.190	0.935
E3D14L6	K 0+40	199.250	198.230	1.020
E4D14L6	K 0+60	199.350	198.270	1.080
E5D14L6	K 0+80	199.300	198.310	0.990
E7D14L6	K 0+120	199.125	198.390	0.735
E8D14L6	K 0+140	199.050	198.430	0.620
E10D14L6	K 0+180	198.750	198.510	0.240
E11D14L6	K 0+200	198.700	198.550	0.150

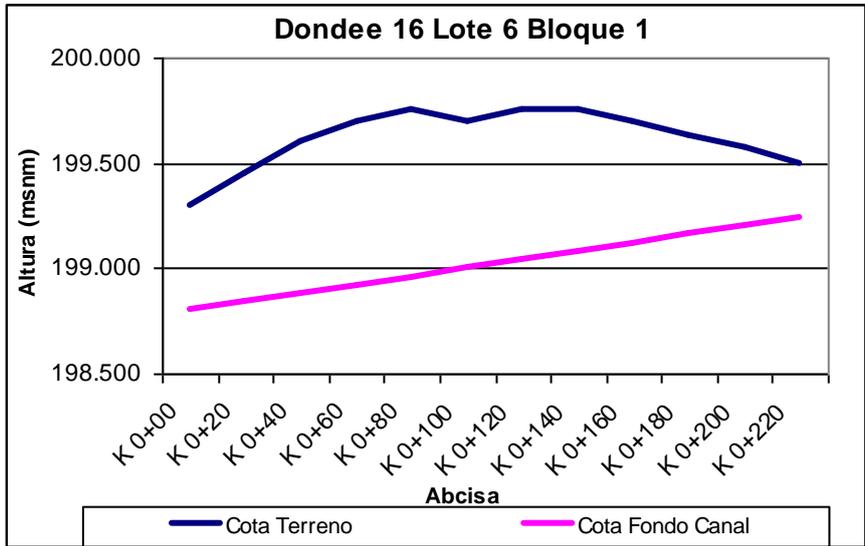


DONDEE 15 LOTE 6 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D15L6	K 0+00	199.200	198.600	0.600
E2D15L6	K 0+20	199.300	198.640	0.660
E3D15L6	K 0+40	199.400	198.680	0.720
E4D15L6	K 0+60	199.500	198.720	0.780
E5D15L6	K 0+80	199.600	198.760	0.840
E6D15L6	K 0+100	199.700	198.800	0.900
E7D15L6	K 0+120	199.700	198.840	0.860
E8D15L6	K 0+140	199.600	198.880	0.720
E9D15L6	K 0+160	199.400	198.920	0.480
E10D15L6	K 0+180	199.300	198.960	0.340
E11D15L6	K 0+200	199.200	199.000	0.200





DONDEE 16 LOTE 6 BLOQUE 1				
ESTACA	ABCISA	COTA TERRENO	COTA F CANAL	CORTE
		(msnm)	(msnm)	(m)
E1D16L6	K 0+00	199.300	198.800	0.500
E2D16L6	K 0+20	199.450	198.840	0.610
E3D16L6	K 0+40	199.600	198.880	0.720
E4D16L6	K 0+60	199.700	198.920	0.780
E5D16L6	K 0+80	199.750	198.960	0.790
E6D16L6	K 0+100	199.700	199.000	0.700
E7D16L6	K 0+120	199.750	199.040	0.710
E8D16L6	K 0+140	199.750	199.080	0.670
E9D16L6	K 0+160	199.700	199.120	0.580
E10D16L6	K 0+180	199.630	199.160	0.470
E11D16L6	K 0+200	199.570	199.200	0.370
E12D16L6	K 0+220	199.500	199.240	0.260



ANEXO 8

RECOMENDACIONES POR LOTE

✓ **RECOMENDACIONES POR LOTE**

➤ **LOTE 1 BLOQUE 1**

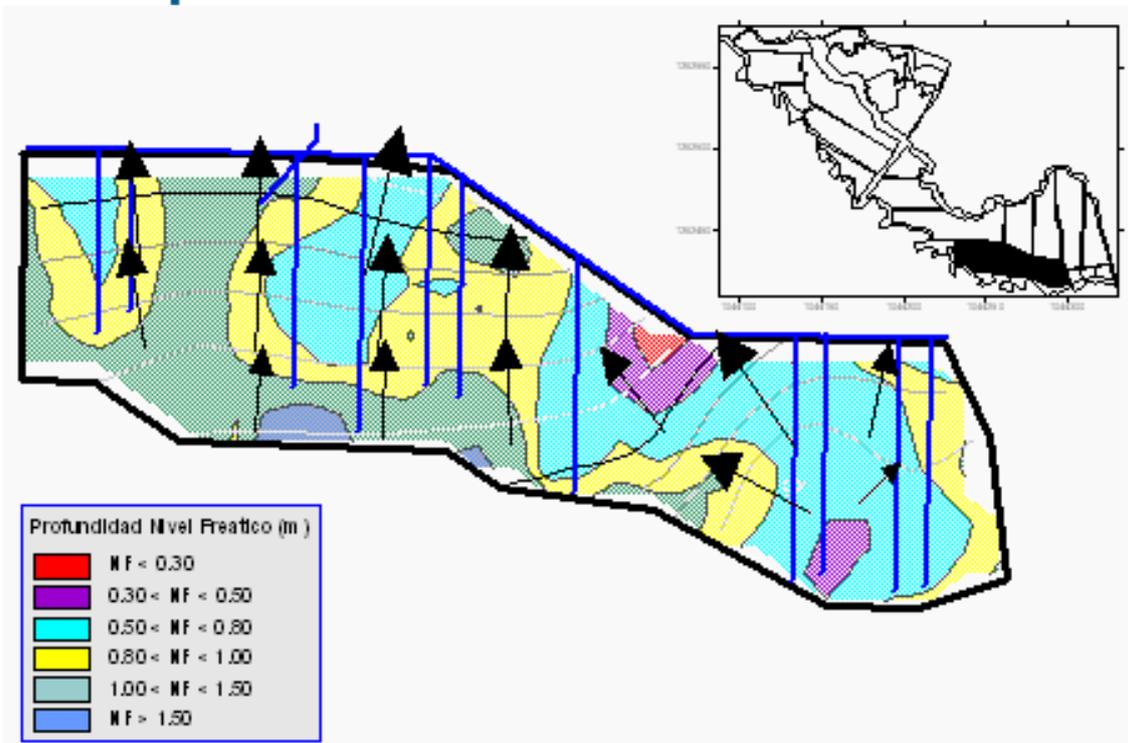


Figura 40. Isobatas e Isohypsas Lote 1 bloque 1

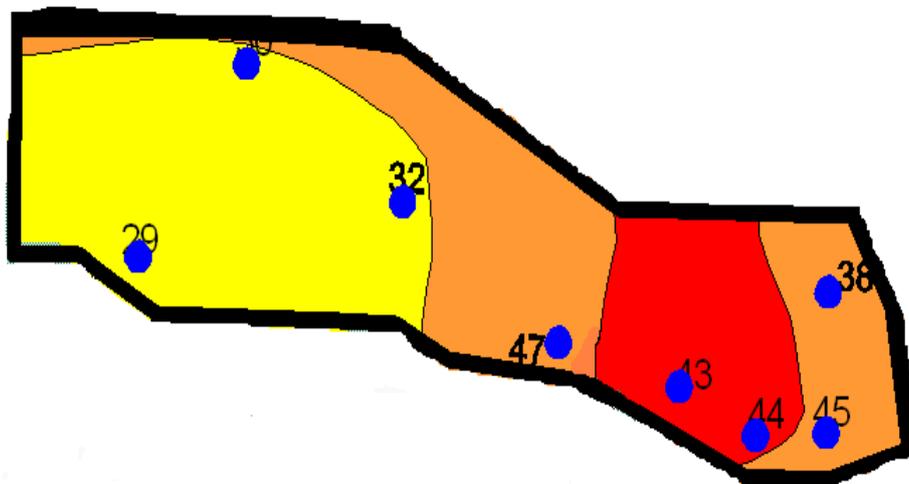


Figura 41. Conductividad Hidráulica lote 1 bloque 1

En el lote 1 del bloque 1 se observan canales mal direccionados, pero que pese a esto, funcionan bien, ya que no se observan problemas de drenaje en esta zona; este lote presenta conductividades hidráulicas desde moderadamente lentas (amarillo) a muy lentas (Rojo), y presenta perfiles de suelos que varían entre texturas Franca y Franca-Arcillosa en los primeros centímetros y Arcillosas en la parte inferior del perfil; densidad aparente en los primeros 10 cm. entre 1.2 y 1.6 gr./cm³ y mayor a 1.4 gr./cm³ para los primeros 40 cm.

➤ LOTE 2 BLOQUE 1

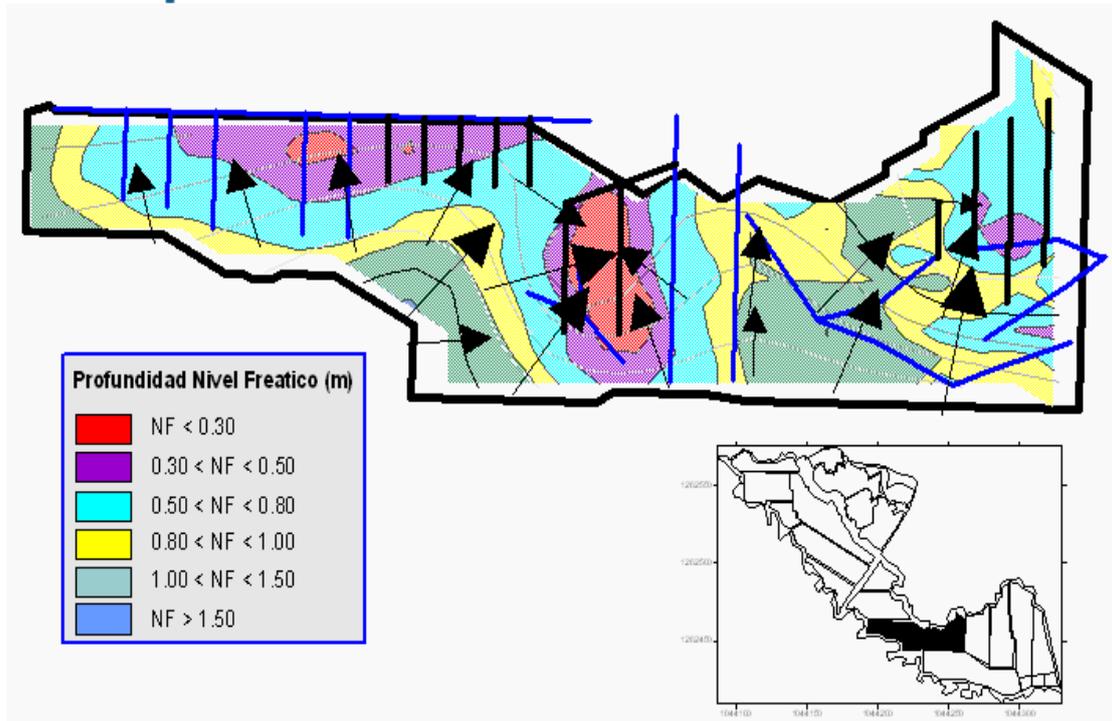


Figura 42. Isobatas e Isohypsas Lote 2 bloque 1

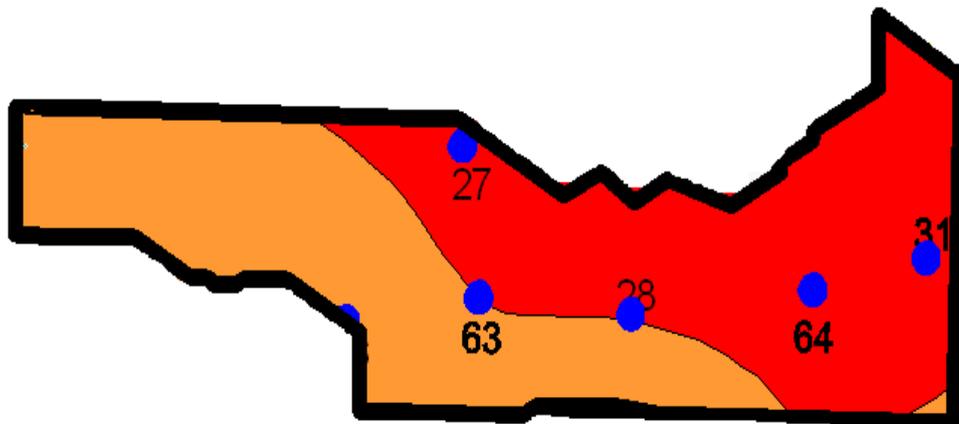


Figura 43. Conductividad Hidráulica Lote 2 bloque 1

Como se observa en la Figura 42, el lote 2 del bloque 1 presenta algunas zonas críticas de drenaje; estas áreas están ubicadas en un bacín que presenta la topografía del lote y pueden ser mejoradas con la construcción de algunos canales terciarios (líneas negras) cada cuatro líneas; en general, los canales existentes están bien direccionados. Esta zona presenta conductividades hidráulicas lentas (naranja) y muy lentas (Rojo), las densidad aparente para los primeros 40 cm. varían entre 1.2 y 1.6 gr./cm³, y los perfiles de suelo en este lote presentan textura Franca-arcillosa en los primeros 45cm y Arcillosas en la parte inferior del perfil.

➤ LOTE 3 BLOQUE 1

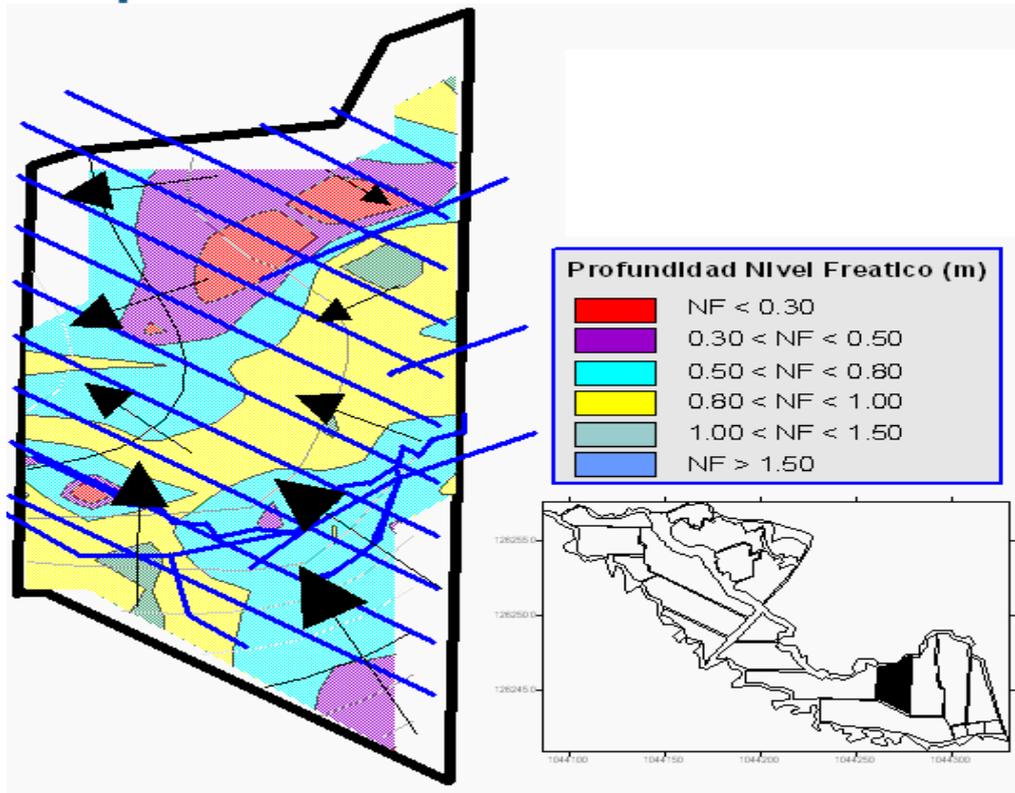


Figura 44. Isobatas e Isohypsas Lote 3 bloque 1

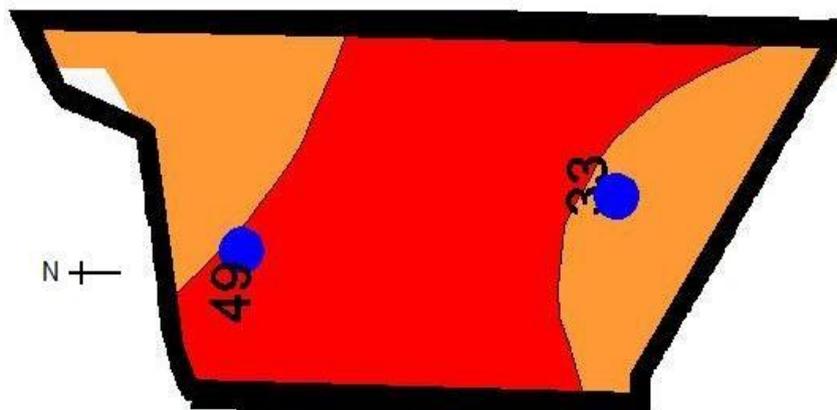


Figura 45. Conductividad Hidráulica Lote 3 bloque 1

El lote 3 del bloque 1 presenta una pequeña zona en donde es necesario construir algunos canales cuaternario que ayuden a drenar esta área; este lote fue adecuado a comienzos de 2006 y se puede observar que los canales están bien direccionados y trabajando eficientemente. Este lote tiene conductividad hidráulica lenta (naranja) y muy lenta (rojo); el perfil del suelo presenta textura Franca-Arcillosa en los primeros 30 cm., en promedio, y de ahí para abajo presenta Arcilla altamente pegajosa y plástica, la densidad aparente está entre 1.2 y 1.6 gr./cm³.

➤ LOTE 4 BLOQUE 1

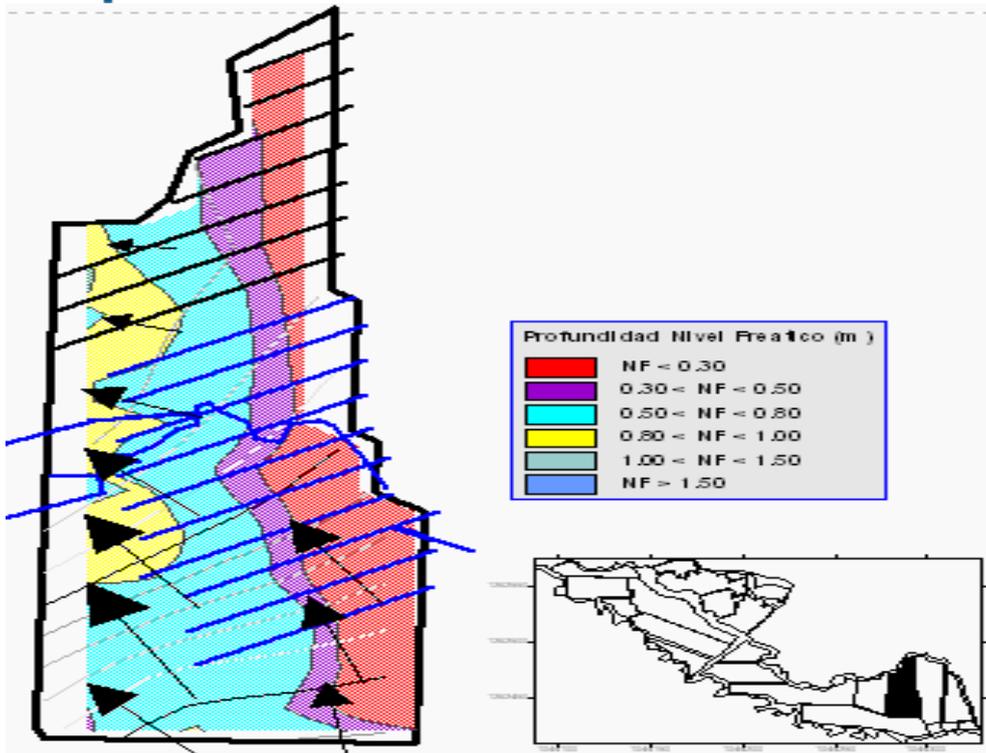


Figura 46. Isobatas e Isohypsas Lote 4 bloque 1

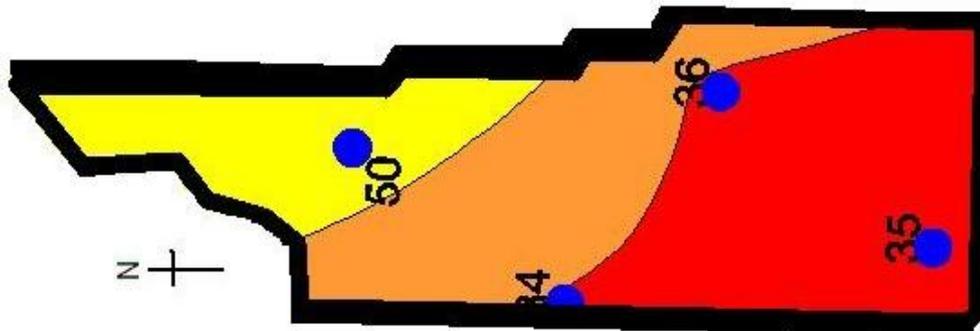


Figura 47. Conductividad Hidráulica Lote 4 bloque 1

A comienzos de 2006 se adecuó una parte de este lote, el cual presenta canales bien direccionados, aunque es necesario terminar la adecuación de la parte norte de este lote (figura 46), también es necesario construir Dondees en la parte sur del lote con las cuales se solucionen los problemas de exceso de humedad en esta área. Este lote presenta textura pesada en la mayoría del perfil; la conductividad hidráulica es muy lentas (rojo) y moderadamente lentas (amarillo); la densidad aparente en los primeros 10 cm. es mayor a 1.4 gr. /cm³, presentando una zona en la parte media entre los puntos 34, 50 y 36 con valores mayores a 1.6 gr. /cm³, la densidad aparente para los primeros 40 cm. esta entre 1.2 y 1.4 gr. /cm³.

➤ LOTE 5 BLOQUE 1

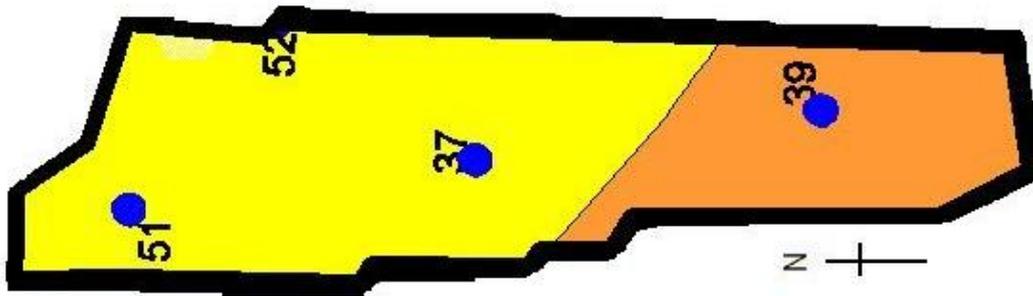


Figura 48. Conductividad Hidráulica Lote 5 bloque 1

Al lote 5 del bloque 1 se le realizó los estudios para su adecuación en 2007, este lote tiene un área de 14 Has. Debido a que su textura de suelo es bastante pesada y a la falta de adecuación presenta problemas de encharcamiento la mayoría del año, topografía muy plana con algunos bacines que facilitan el empozamiento del agua. Este lote tiene conductividad hidráulica de Lenta (naranja) a moderadamente lenta (amarillo), la densidad aparente para los primeros 40 cm. varía entre 1.0 a 1.6 gr./cm³.

Como se observa en la figura 49, Por este lote pasa un drenaje natural, el cual al ser adecuado ayudará a solucionar los problemas de drenaje de esta zona, facilitando la evacuación natural de los excesos de agua y manteniendo niveles freáticos adecuados.

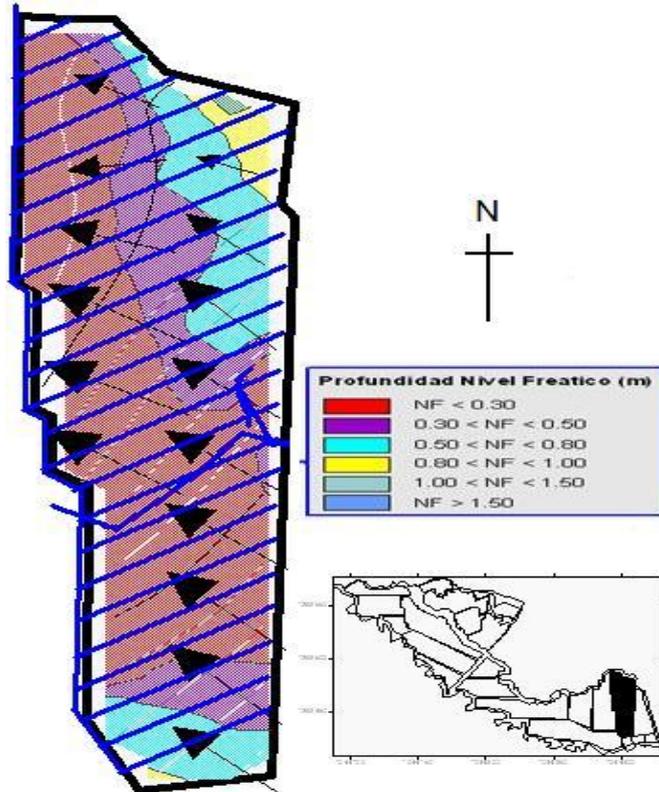


Figura 49. Isobatas e Isohypsas Lote 5 bloque 1

Según los estudios para la adecuación de este lote se debe construir Drenajes cada línea, pero debido a las labores que se desarrollan en el cultivo, se



iniciará construyendo un canal cada cuatro líneas y monitorear el comportamiento de estos para decidir las zonas a ajustar el diseño; además hacer bancales para la siembra, con lo que se de las condiciones de humedad adecuadas a la zona de raíces del cultivo.

Es importante señalar que es necesario implementar medidas mecánicas como lo son trinchos de madera, sacos de arena, establecimiento de cobertura, etc. para estabilizar los taludes del drenaje principal (canal de las curvas), ya que presenta erosión severa en su tramo final que desemboca a la quebrada la vizcaína.

➤ LOTE 6 BLOQUE 1

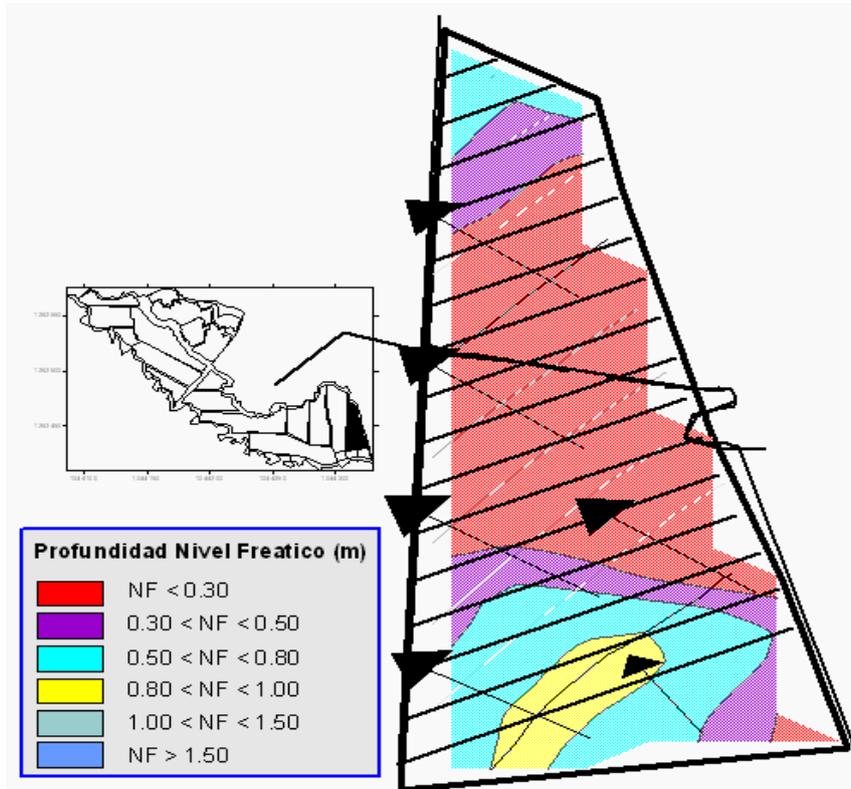


Figura 50. Isobatas e Isohypsas Lote 6 bloque 1

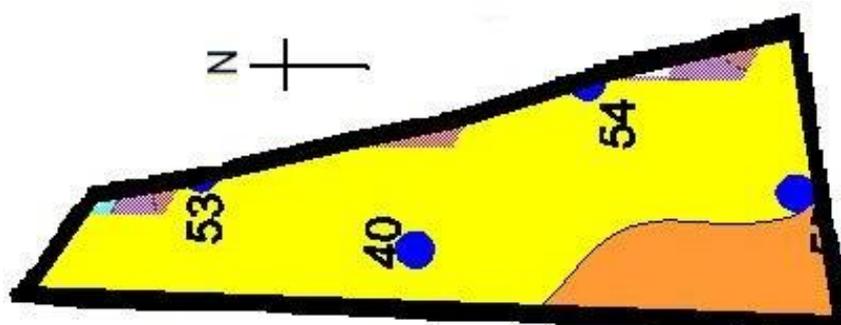


Figura 51. Conductividad Hidráulica Lote 6 bloque 1

El lote 6 del bloque 1 presenta perfiles de suelo con textura FAr par los primeros 50 cm. en promedio y Ar para la parte inferior del perfil, su



conductividad Hidráulica es moderadamente lenta para el 83% del lote con una pequeña zona con K lenta,; la densidad aparente en los primeros 10 cm. varía entre 1.2 y 1.4 gr./cm³ y 1.4 a 1.6 gr./cm³ para los primeros 40 cm.

Este lote tiene 8.35 Has. con topografía irregular con bacines; lo atraviesa de oriente a occidente un drenaje natural que se encuentra taponado, el flujo de agua esta direccionado hacia el canal de mangueras, el cual presenta problemas de erosión severa en el tramo final al desembocar en la quebrada la Vizcaína, por lo cual es indispensable de nuevo la implementación de trampas para disminuir la velocidad de flujo del agua, entre otras medidas mecánicas que ayuden a controlar dicha erosión. Para la adecuación de este lote se propone llevar a cabo la misma practica que para el lote 5 del bloque 1 y seguir con la toma de datos para su monitoreo.

➤ LOTE 7 BLOQUE 1

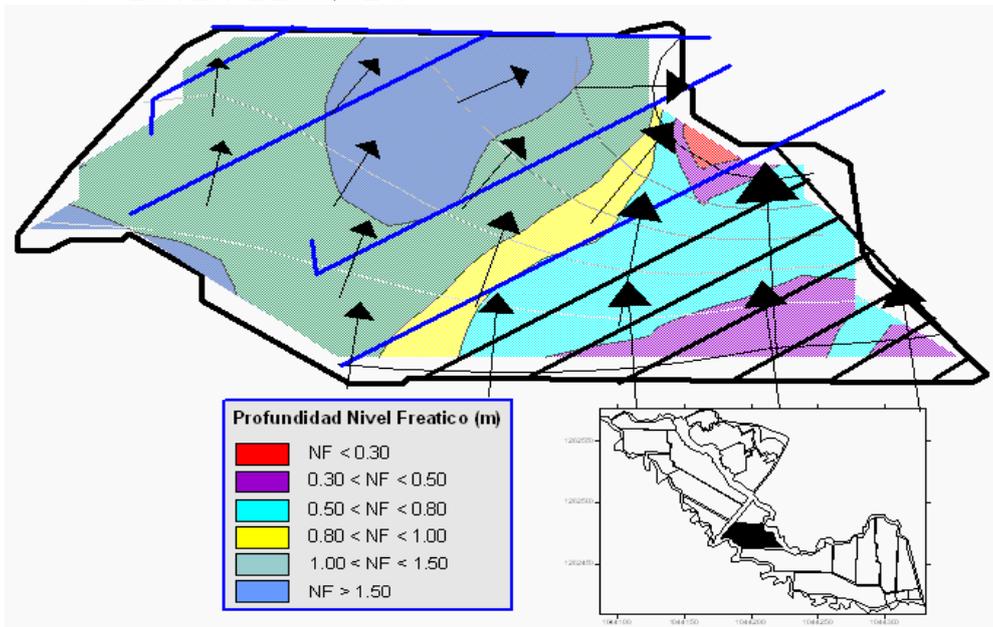


Figura 52. Isobatas e Isohypsas Lote 7 bloque 1

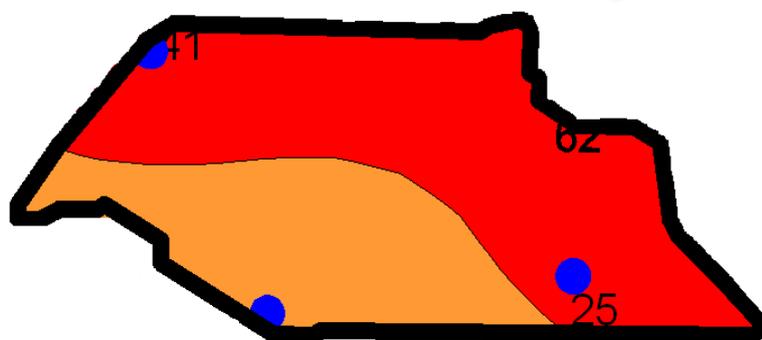


Figura 53. Conductividad Hidráulica Lote 7 bloque 1

El lote 7 del bloque 1 presenta conductividad hidráulica muy lenta (rojo) a lenta (naranja), asociada a la textura predominante del perfil del suelo, la cual es



Arcillosa a partir de los 45 cm. En promedio. La densidad aparente está entre 1.2 y 1.4 gr. /cm³. Para los primeros 40 cm.

Este lote presenta problemas de excesos de humedad en la parte sur debido a la falta de canales terciarios que ayuden a la evacuación de estos excesos; por ello se hace necesario la construcción de canales cada cuatro líneas con lo que se mejore la condición de humedad de esta zona. Además es importante seguir con las observaciones para ver cómo se comporta el lote con estas adecuaciones.

➤ LOTE 8 BLOQUE 1

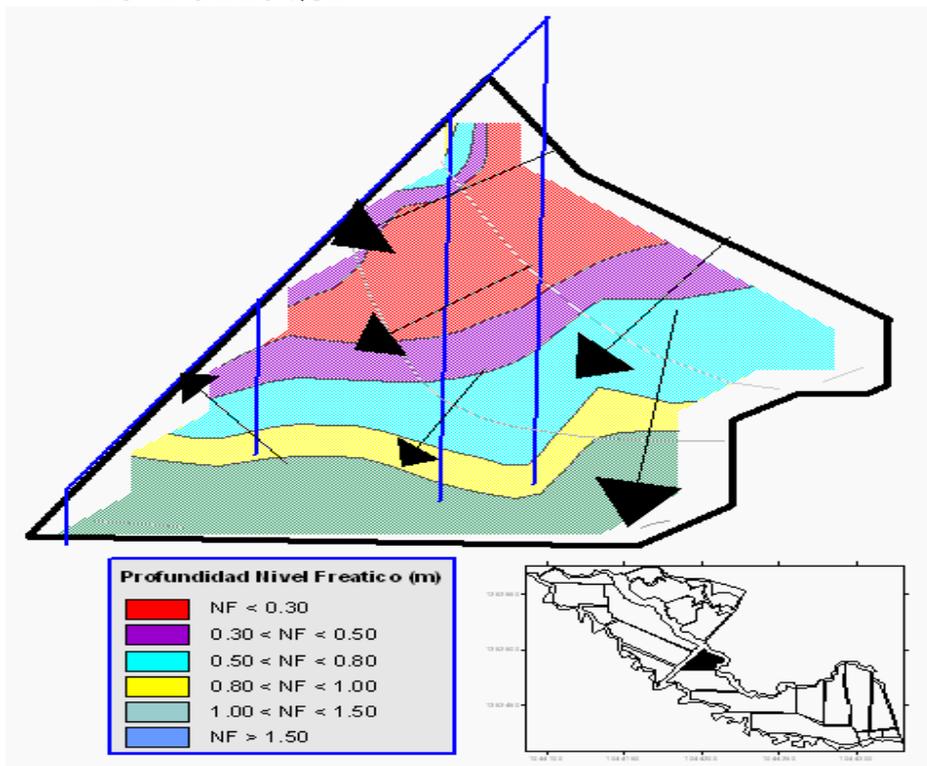


Figura 54. Isobatas e Isohypsas Lote 8 bloque 1

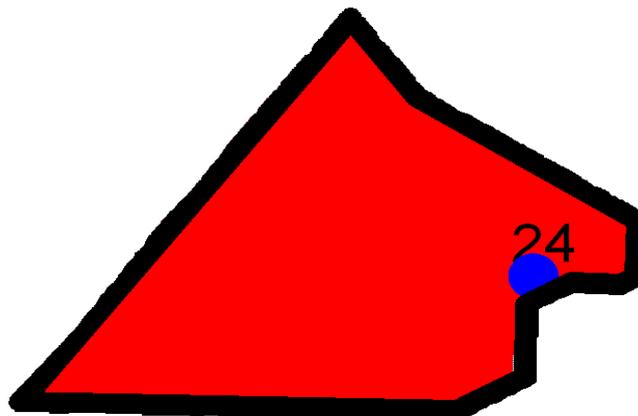


Figura 55. Conductividad Hidráulica Lote 8 bloque 1

El lote 8 del bloque 1 a pesar de presentar perfiles muy arcillosos a partir de los 30 cm. de profundidad con densidad aparente entre 1.2 y 1.4 gr./cm³. y



conductividad hidráulica muy lenta, es un lote en el cual los drenajes están trabajando adecuadamente; en la figura 54 se observa una zona con nivel freático alto que puede estar ligada a la topografía baja del sitio, la cual se presta para encharcamientos, en esta zona es importante construir algunas canales que ayuden a la evacuación de estos excesos. En general los canales están bien direccionados y trabajando adecuadamente.

➤ LOTE 1 BLOQUE 2

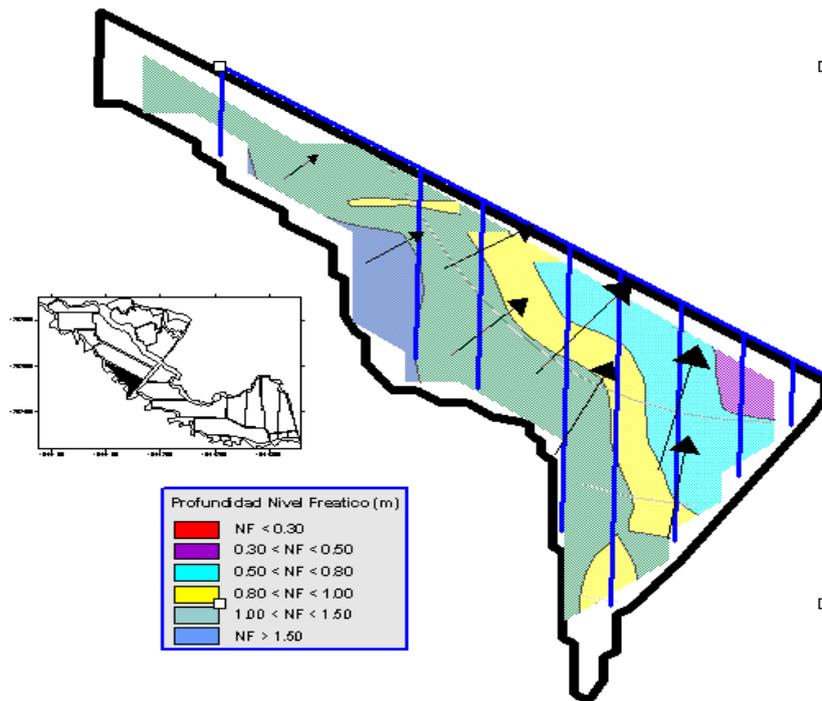


Figura 56. Isobatas e Isohypsas Lote 1 bloque 2

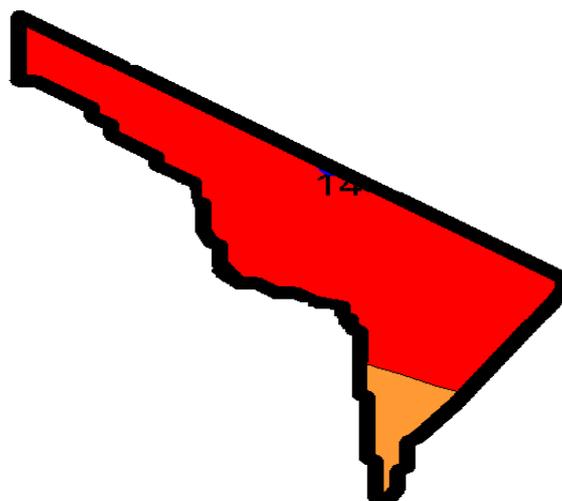


Figura 57. Conductividad Hidráulica Lote 1 bloque 2



A pesar que este lote presenta una conductividad hidráulica muy lenta (rojo) como resultado de la textura Arcillosa predominante de su perfil; la densidad aparente de este lote se varía entre 1.0 y 1.2 gr./cm³ para los primeros 10 cm. Y entre 1.2 y 1.4 gr./cm³ hasta los 40 cm. de profundidad. Los drenajes de este lote están bien direccionados, aunque algunos presentan un sentido paralelo a las líneas de flujo, pero como se observa en la figura 56, están trabajando muy bien.

➤ LOTE 2 BLOQUE 2

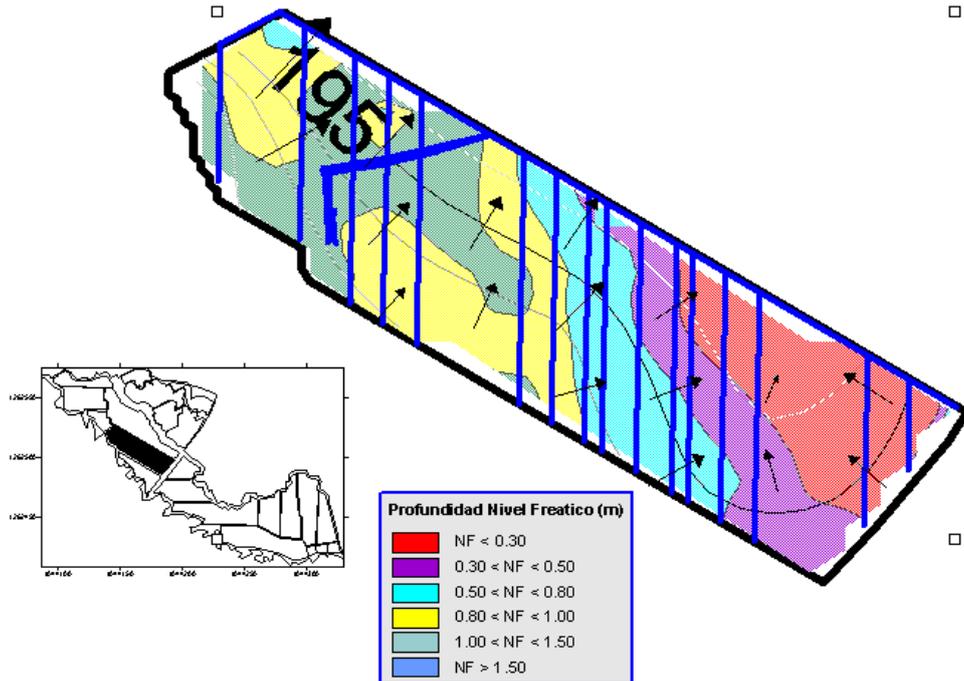


Figura 58. Isobatas e Isohypsas Lote 2 bloque 2

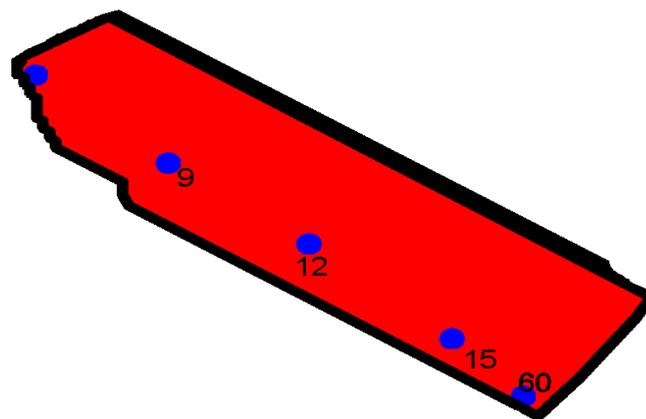


Figura 59. Conductividad Hidráulica Lote 2 bloque 2

El perfil de este lote muestra predominancia de Arcillas a partir de capas muy superficiales (a 20 cm. de profundidad); la conductividad hidráulica es muy lenta, la densidad aparente está entre 1.0 y 1.4 gr. /cm³ para los primeros 40 cm.



El lote 2 del bloque 2 presenta problemas de drenaje como se ve en el lado derecho parte alta de la figura 58, los cuales se pueden solucionar mediante la construcción de dos canales que atraviesen el lote de sur a norte y que faciliten la evacuación de estos excesos. Los drenajes están bien direccionados y la topografía del lote ayuda a la evacuación eficiente de los flujos por escorrentía.

Debido a los experimentos que se desarrollan allí es necesario consultar con el investigador encargado si es pertinente la construcción de estos drenajes teniendo en cuenta que se pueden afectar algunos tratamientos.

➤ LOTE 3 BLOQUE 2

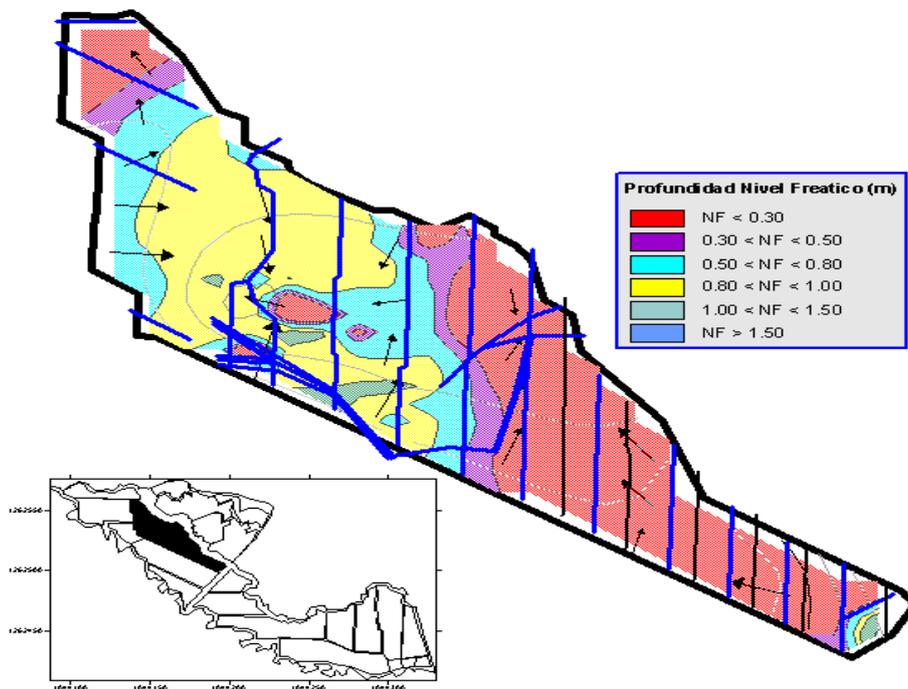


Figura 60. Isobatas e Isohypsas Lote 3 bloque 2

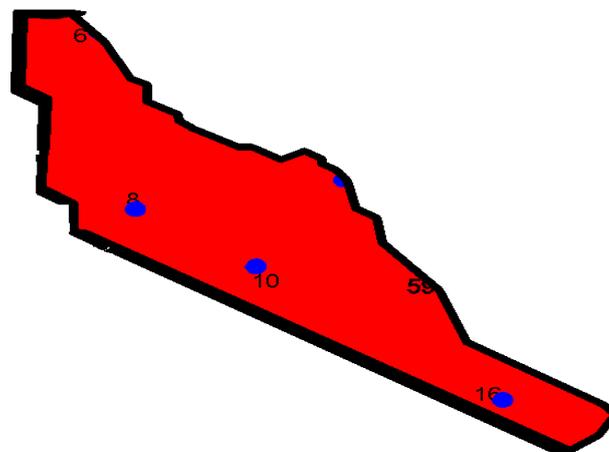


Figura 61. Conductividad Hidráulica Lote 3 bloque 2



El lote 3 del bloque 2 presenta algunos problemas de drenaje asociados a un perfil de suelo Arcilloso, topografía irregular de estas áreas, conductividad hidráulica muy lenta y densidad aparente entre 1.2 y 1.4 para los primeros 40 cm. Para dar solución a estos problemas de drenaje es necesaria la construcción de Canales, ya que los existentes están separados cada ocho líneas, por lo cual se propone construir uno en medio, es decir, que los canales queden separados cada cuatro líneas, lo que facilite la evacuación de estos excesos; además de esto, es importante el mantenimiento periódico del drenaje natural que atraviesa este lote, ya que es uno de los principales drenajes con que se cuenta. En general, los canales existentes están bien direccionados y al volver más densa la red de drenaje, empezaran a dar mejores resultados.

➤ LOTE 4 BLOQUE 2

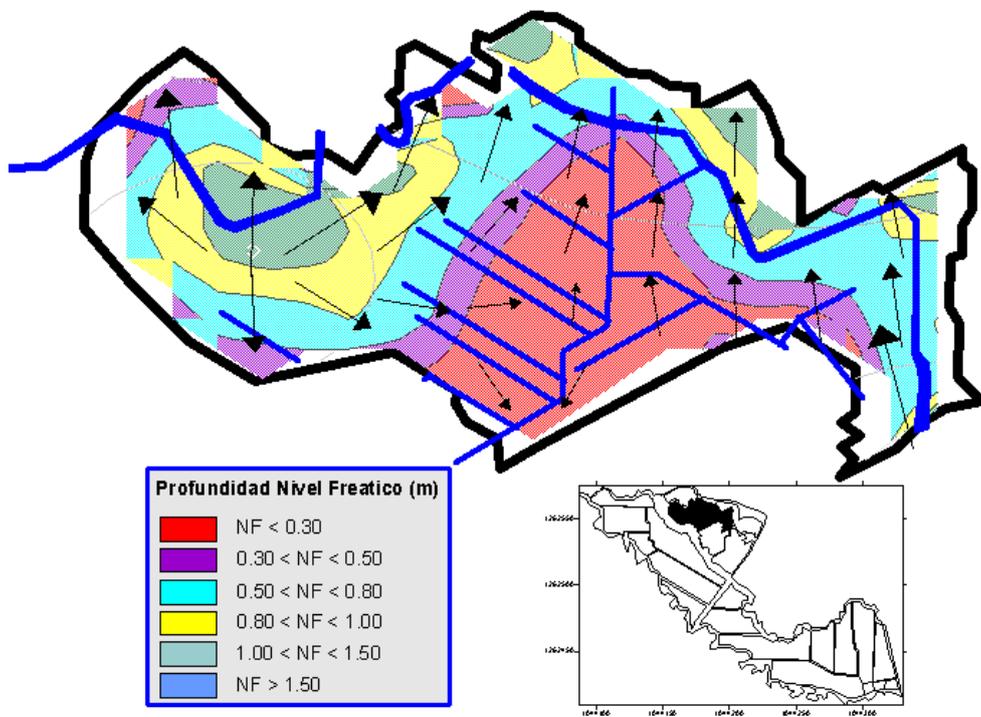


Figura 62. Isobatas e Isohypsas Lote 4 bloque 2

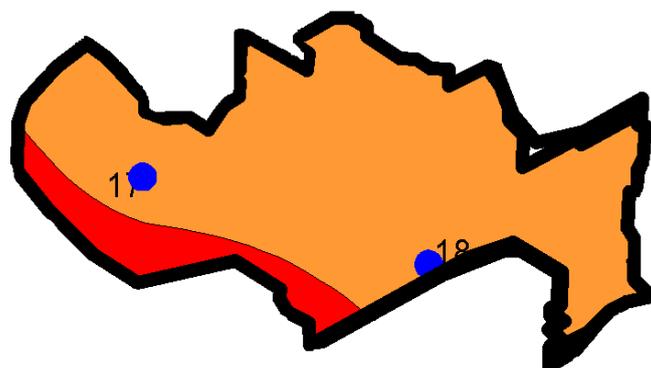


Figura 63. Conductividad Hidráulica Lote 4 bloque 2



Este lote presenta problemas de drenaje asociados a la presencia de una barrera semi-impermeable superficial, la cual dificulta el flujo de agua del perfil del suelo hacia los drenajes; esos problemas pueden solucionarse con la construcción de algunos canales que ayuden a la evacuación y no dificulten las labores de cultivo.

Este lote presenta un perfil de suelo arcilloso hacia el sur del lote, con topografía irregular con algunos bacines, y un poco mas franca y franca arcillosa hacia el norte del lote (parte superior de la figura 62). La conductividad hidráulica es lenta (naranja), con densidad aparente entre 1.4 y 1.6 gr./cm³ para los primeros 40 cm. del perfil. Con drenajes bien direccionados.

➤ LOTE 5_BLOQUE 2

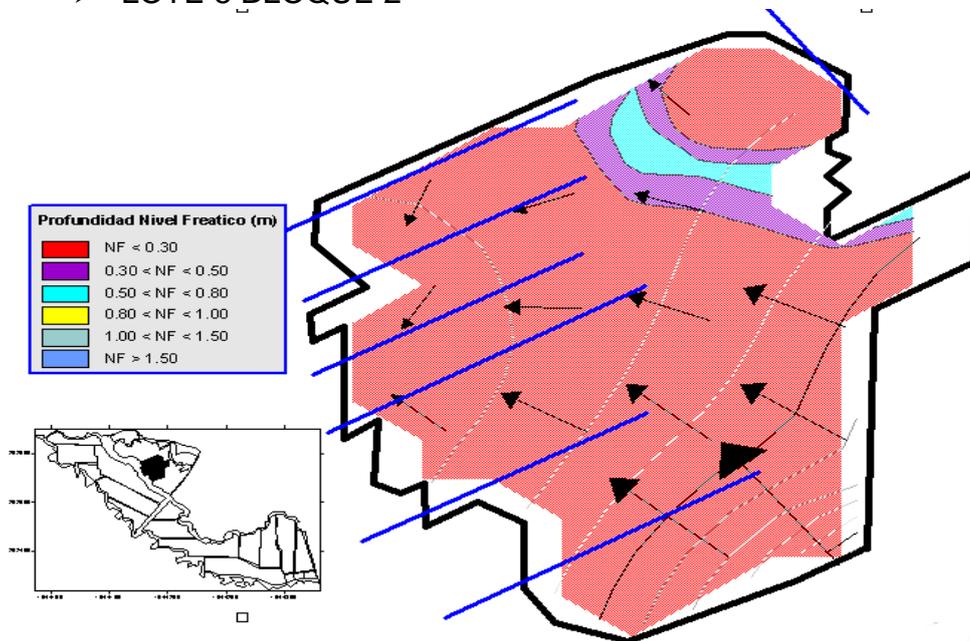


Figura 64. Isobatas e Isohypsas Lote 5 bloque 2

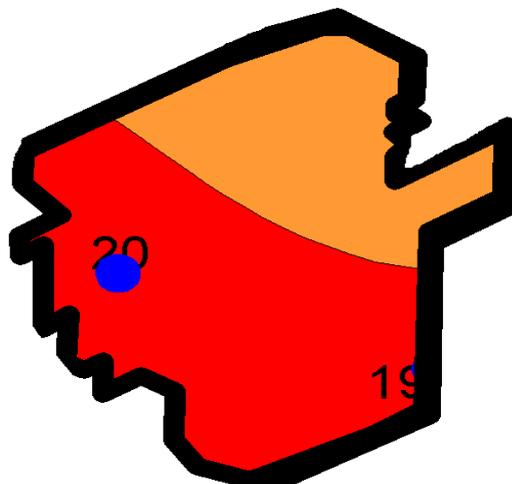


Figura 65. Conductividad Hidráulica Lote 5 bloque 2



Este lote presenta conductividad hidráulica muy lenta (rojo) y lenta (naranja), la densidad aparente está entre 1.2 y 1.6 gr. /cm³ para los primeros 40 cm. El perfil es arcilloso y presenta una barrera semi-impermeable superficial (a 20 cm. de prof.), lo que facilita el almacenamiento excesivo de humedad en esta zonas.

Mediante la prolongación de los canales existentes y la construcción de algunos nuevos se facilita la evacuación de estos excesos manteniendo los niveles de humedad en la zona de raíces óptimos. Es importante seguir con la toma de datos luego de las mejoras, con lo cual se pueda ajustar mejor el diseño.

➤ LOTE 6 BLOQUE 2

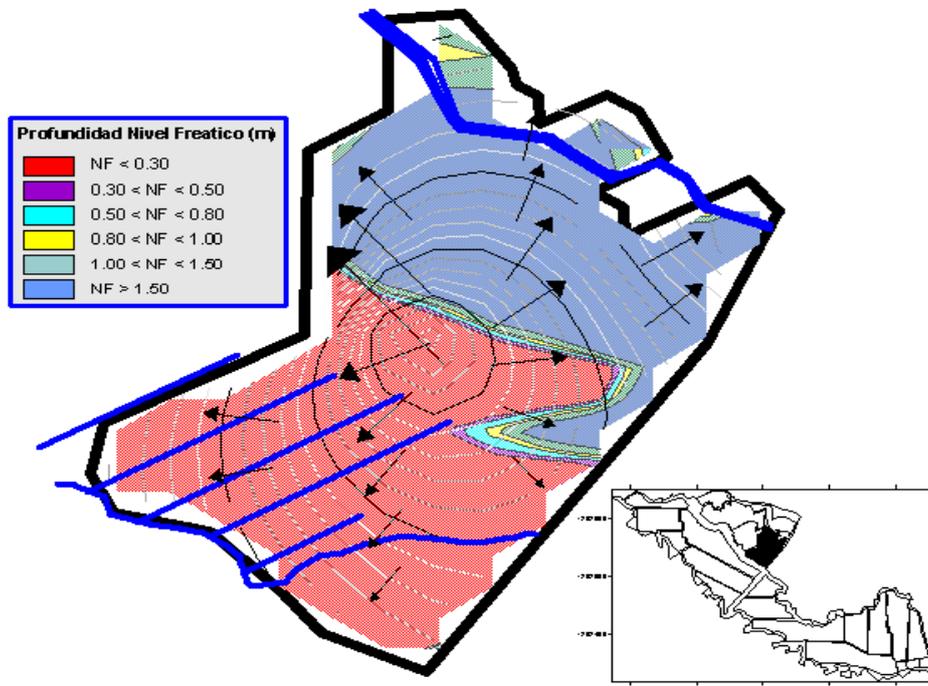


Figura 66. Isobatas e Isohypsas Lote 6 bloque 2

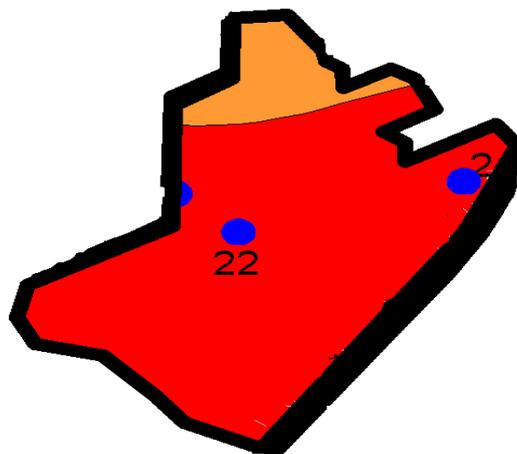


Figura 67. Conductividad Hidráulica Lote 6 bloque 2



El lote 6 del bloque 2 es un lote con topografía muy irregular con colinas y bajos, que facilitan la convergencia de los flujos de agua y ocasionan problemas de encharcamiento superficial. El perfil de suelo es predominantemente arcilloso con una capa semi-impermeable superficial, que dificulta la evacuación natural de estos excesos. La conductividad hidráulica es muy lenta y la densidad aparente es alta, entre 1.2 y 1.6 gr. /cm³.

Es necesaria la construcción de canales de drenaje en la parte baja de este lote, además de la limpieza del drenaje natural que pasa por este lote, el cual es el más importante canal de drenaje. Se debe construir canales cada cuatro líneas y continuar tomando datos para monitorear el comportamiento de este lote, si es necesario más adelante construir canales cada dos líneas, con lo cual se minimicen los problemas de exceso de humedad.

➤ LOTE 7 BLOQUE 2

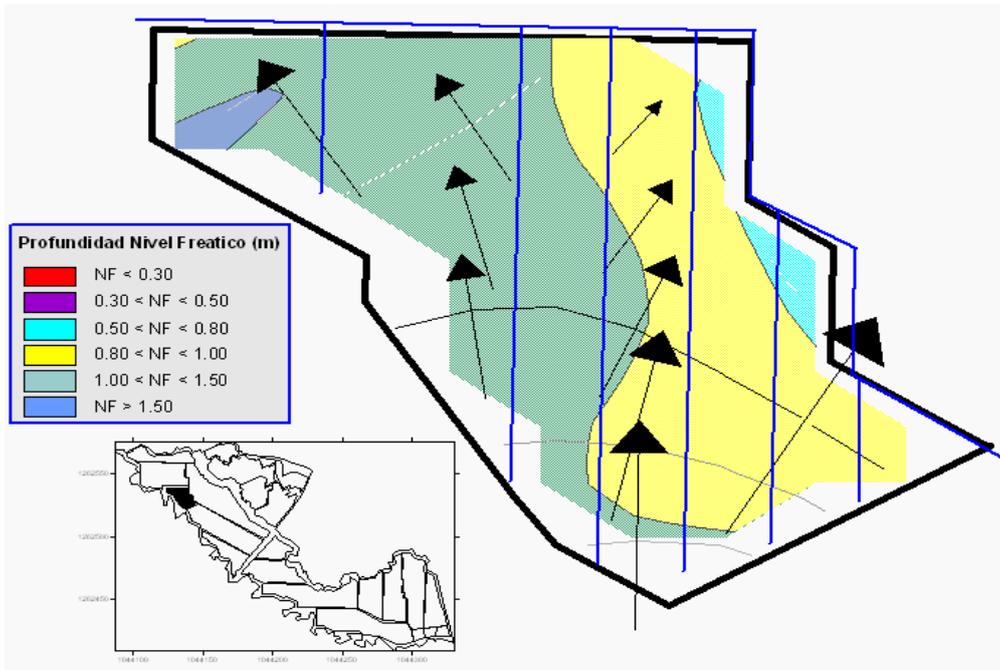


Figura 68. Isobatas e Isohypsas Lote 7 bloque 2

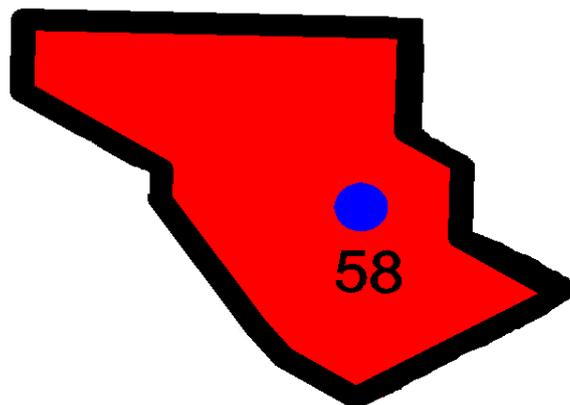


Figura 69. Conductividad Hidráulica Lote 7 bloque 2



Los drenajes de este lote funcionan bien, aunque algunos no están bien direccionados. El perfil de suelo presenta textura Arcillosa a partir de los 40 cm. de profundidad, en promedio. La conductividad hidráulica es muy lenta y la densidad aparente es alta, entre 1.2 y 1.4 gr./cm³ para los primeros 10 cm. Y entre 1.4 y 1.6 gr./cm³ para una profundidad hasta los 40 cm.

➤ LOTE 8 BLOQUE 2

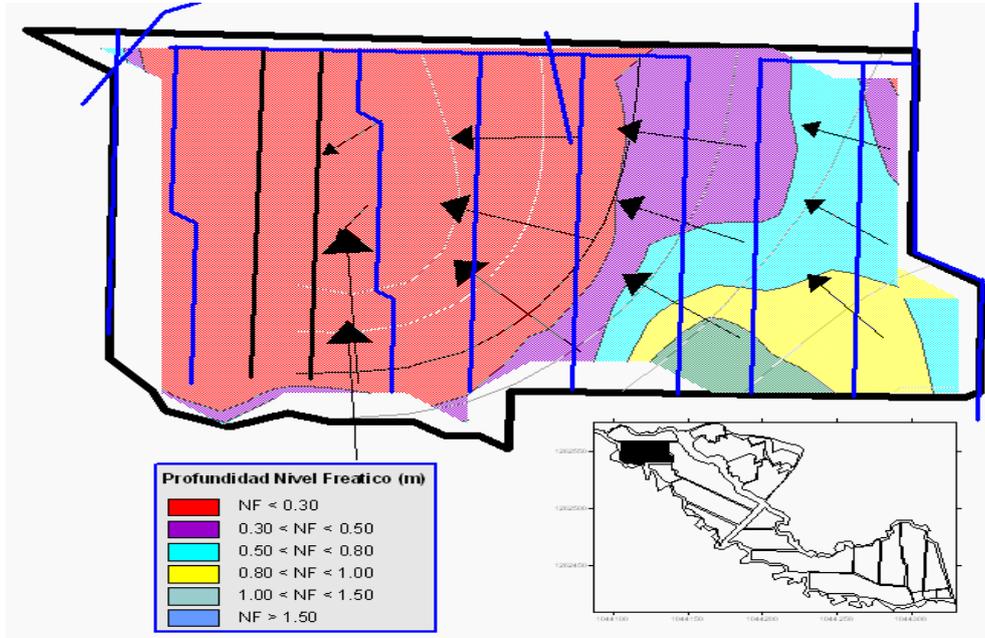


Figura 70. Isobatas e Isohypsas Lote 8 bloque 2

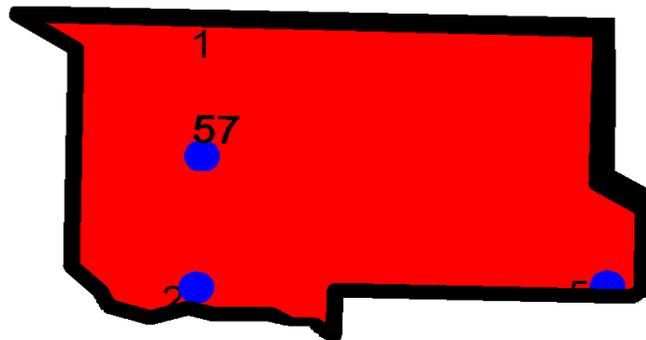


Figura 71. Conductividad Hidráulica Lote 8 bloque 2

Como se ve en la figura 70, el lote 8 del bloque 2 presenta problemas de drenaje en un 60% de su área; estos problemas están asociados de acuerdo a la caracterización de suelos, a una barrera muy arcillosa que se encuentra superficial y actúa como impedimento para la evacuación eficiente de los excesos de agua, esto se aprecia fácilmente en campo por la presencia de vegetación de zonas húmedas (buchón de agua). La conductividad hidráulica de la zona es muy lenta y la densidad aparente tanto para los 10 cm. Como para los primeros cuarenta es alta, encontrándose valores entre 1.2 y 1.6 gr./cm³. La topografía del lote es muy irregular, presentando bacines en varios puntos.



Para dar solución a estos problemas de drenaje es necesario empezar con la construcción de canales terciarios (línea negra figura 70) en las zonas que no hay y que presentan problemas, además de continuar con las observaciones de la zona, para determinar en donde se debe volver más densa la red de drenaje. Los drenajes existentes están bien direccionados y con la construcción de los nuevos mejoraran su funcionamiento.

➤ LOTE 9 BLOQUE 2

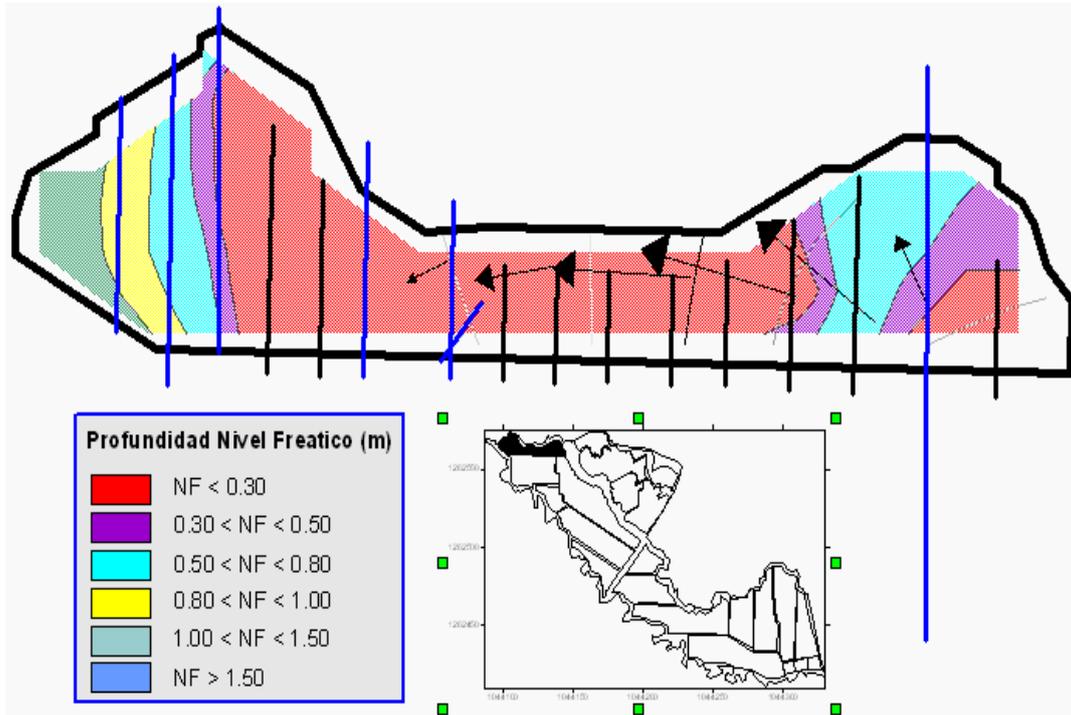


Figura 72. Isobatas e Isohypsas Lote 9 bloque 2

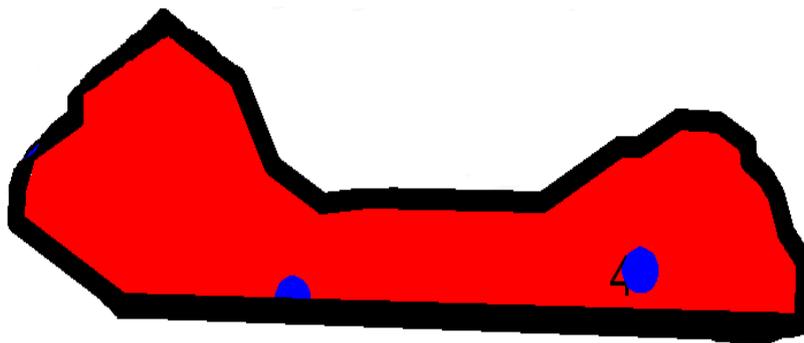


Figura 73. Conductividad Hidráulica Lote 9 bloque 2

El lote 9 del bloque 2 presenta problemas de excesos de humedad en un 60% de su área, estos problemas están ligados a capas arcillosas muy superficiales con velocidad de movimiento del flujo de agua en el perfil muy lenta, mostrando valores de K muy bajos; suelos con densidad aparente alta con valores entre 1.4 y 1.6 gr./cm³. Áreas con topografía baja e irregular, propensa a la acumulación excesiva de agua.



Los canales existentes en este lote están bien direccionados y trabajan adecuadamente; no obstante es necesaria la construcción de canales terciarios en zonas donde no hay, y que presentan problemas de excesos de humedad. Para dar soluciones a dichos inconvenientes, se propone construir canales cada cuatro líneas en sentido norte sur y evaluar su funcionalidad, con el fin de determinar si es necesario volver más densa la red en algunas zonas específicas.

➤ LOTE 10 BLOQUE 2

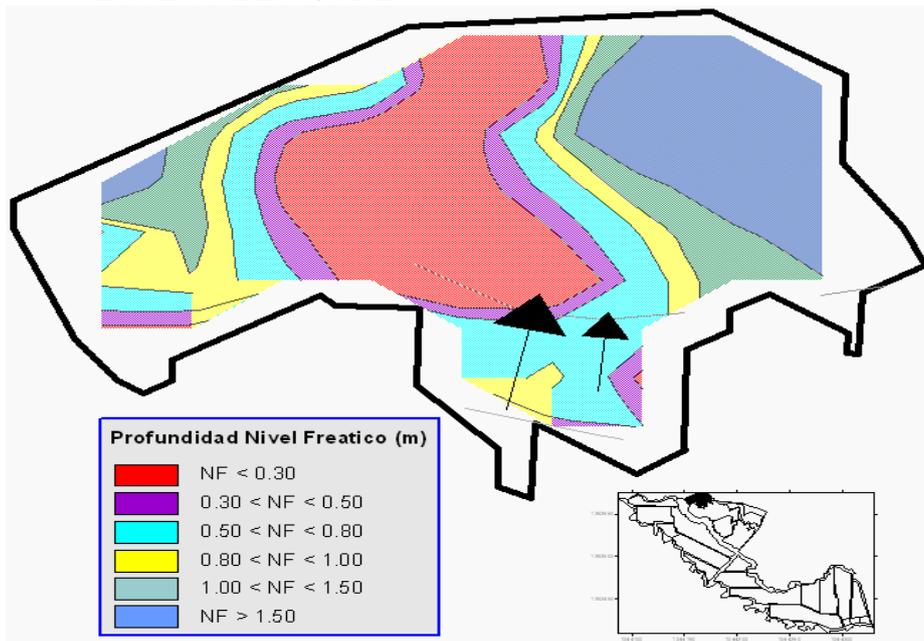


Figura 74. Isobatas e Isohypsas Lote 10 bloque 2

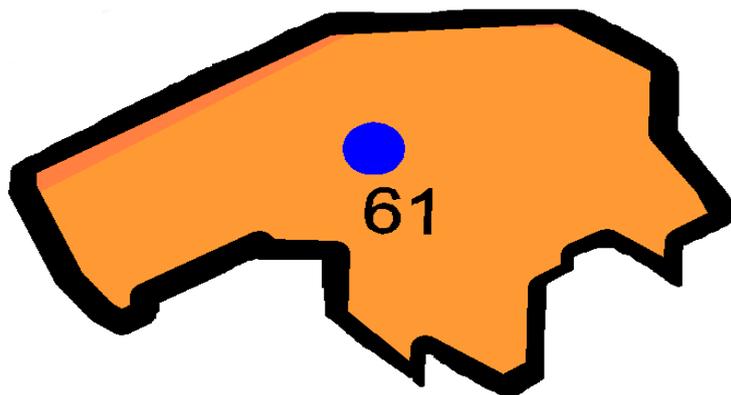


Figura 75. Conductividad Hidráulica Lote 10 bloque 2

El lote 10 presenta una zona con excesos de humedad, aunque por esta zona pasa un caño pequeño que actúa como drenaje natural y posiblemente también como fuente de recarga, lo que hace que se presente esta franja de color naranja. La conductividad hidráulica es lenta y el perfil de suelo muestra una capa Franca arcillosa de 50 cm. En promedio, con densidad aparente entre 1.4 y 1.6 gr. /cm³. el flujo de agua en el suelo tiende hacia el drenaje natural y



aunque la topografía es irregular y se presentan en ocasiones acumulación de agua, son muy transitorias.

➤ LOTE 11 BLOQUE 2

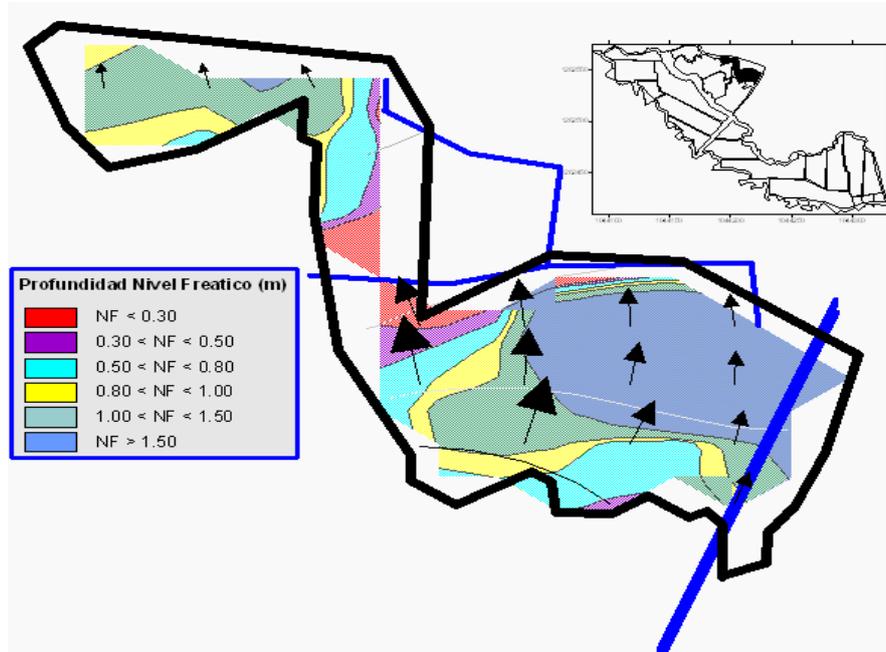


Figura 76. Isobatas e Isohypsas Lote 11 bloque 2

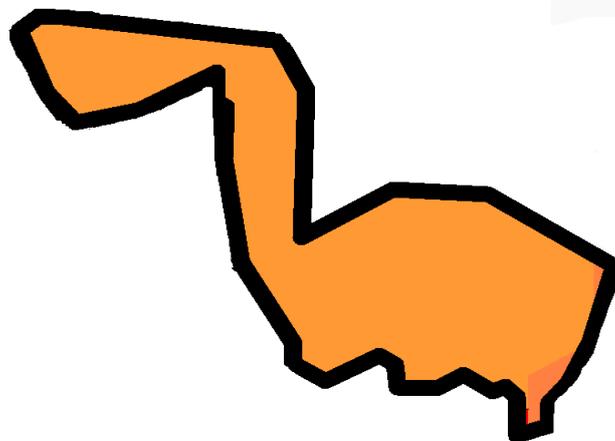


Figura 77. Conductividad Hidráulica Lote 11 bloque 2

Este lote no presenta problemas frecuentes de excesos de humedad, aun cuando presenta conductividad hidráulica lenta, debido a que la mayor parte del área se encuentra ubicada en zonas de lomas y colinas.



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA

**GUIA DE ADECUACION DE TIERRAS
PARA FUTURAS SIEMBRAS
CAMPO EXPERIMENTAL PALMAR DE LA VIZCAINA**

**CORPORACION
CENTRO DE INVESTIGACION
EN PALMA DE ACEITE
CENIPALMA**

ZONA CENTRAL

JULIO ENRIQUE SALAZAR SOLANO
Ing. Agrícola Universidad Surcolombiana
Estudiante de Pasantía CENIPALMA

Barrancabermeja, Santander
2006

INTRODUCCION

En Colombia, en la actualidad se viene presentando una creciente incorporación de zonas destinadas al cultivo de la palma de aceite; sin embargo, un alto porcentaje de estas áreas son establecidas sin contar con una adecuada planeación de sus labores.

La importancia de una buena planificación de las labores se fundamenta en la necesidad del manejo eficiente del cultivo, con lo cual se obtenga producto de óptima calidad a unos bajos costos, manteniendo una buena relación costo-beneficio.

La planeación es el conjunto de acciones básicas de reconocimiento, diseño y ejecución del proceso productivo, con el objeto principal de responder adecuadamente a los propósitos de la actividad a desarrollar, de modo que estas acciones se hagan de forma eficiente, con lo cual se obtenga mejores resultados.

Por otro lado, para que la planeación tenga éxito, debe estar acompañada de un proceso en el cual se definan claramente los mecanismos a utilizarse para el desarrollo de cada una de las actividades, en las diferentes etapas del proceso.

De esta manera, la planificación hace referencia a los procesos, mecanismos, acciones y medidas de control involucrados en cada etapa; para lo cual se debe llevar a cabo la identificación y programación de las épocas apropiadas para cada actividad. Por ello, el proceso de planeación además de ser estratégico, debe ser dinámico y evolutivo, de manera que en cada etapa se busque el mejoramiento continuo del proceso.

Según lo anterior, es indispensable la determinación de un plan de adecuación de tierras para las nuevas siembras, con el cual, mediante su aplicación y retroalimentación, sea posible el manejo integral de suelos y aguas en los procesos productivos integrados al cultivo de la palma de aceite.



1. OBJETIVOS

Objetivo general:

- Determinar una Guía básica de adecuación para la incorporación de nuevas tierras para la explotación con el cultivo de la Palma de Aceite.

Objetivos específicos:

- Determinar una guía de adecuación de tierras para futuras siembras en el Campo experimental Palmar de la Vizcaína.
- Planificar las labores a desarrollar para la incorporación de tierras para el cultivo de la Palma de Aceite.



2. GUIA DE ADECUACION DE TIERRAS PARA FUTURAS SIEMBRAS

En Colombia, El área cultivada con palma de aceite ha presentado un importante incremento en los últimos años, sin embargo, un alto porcentaje de estas áreas son establecidas sin contar con una adecuada planeación de sus labores.

La planificación hace referencia a los procesos, mecanismos, acciones y medidas de control involucrados en cada etapa del proceso productivo; para lo cual se debe llevar a cabo la identificación y programación de las épocas apropiadas para cada actividad. Por ello, la planificación además de ser estratégica, debe ser dinámica y evolutiva, de manera que en cada etapa se busque el mejoramiento continuo del proceso.

Para que la actividad productiva sea eficiente y rentable, a partir de la obtención de productos de óptima calidad a unos bajos costos, es fundamental la determinación de un plan de adecuación de tierras para las nuevas siembras, con el cual, mediante su aplicación y retroalimentación, sea posible el manejo integral de suelos y aguas en los procesos productivos integrados al cultivo de la palma de aceite.

A continuación se intentara describir las etapas a tener en cuenta para la adecuación de tierras para el cultivo de la Palma de aceite:

2.1. Desmonte

El desmonte es la primera etapa para la adecuación de tierras, consiste en la eliminación selectiva por medios mecánicos o químicos, de la vegetación arbórea y de la totalidad del estrato arbustivo, con el fin de preparar el terreno para su uso agrícola. Comúnmente se realizan quemas que en la mayoría de los casos empobrecen los suelos al disminuir la materia orgánica disponible y erradicando la microfauna del suelo, por tal razón esta práctica no es recomendable. El desmonte es importante ya que permite una mejor visión del relieve del área a adecuar. Se recomienda que el desmonte se haga como mínimo un año antes de realizar las labores de preparación de suelos, esto con el fin de facilitar el trabajo de remoción de desechos vegetales restantes del proceso de desmonte.

2.2. Levantamiento altiplanimétrico

Con el levantamiento topográfico lo que se busca es conocer en forma gráfica la superficie terrestre, con sus elevaciones y depresiones al igual que los demás rasgos del suelo (lo que comúnmente es llamado relieve) acompañada por los ríos, lagos, bosques, corrientes de agua, campos, minas, etc. y



construcciones importantes permanentes hechas por el hombre tales como, edificios, puentes, ferrocarriles, carreteras, líneas de transmisión de energía y casas, pueden ser representadas si fuese necesario para llenar el propósito del mapa.

A partir del levantamiento topográfico se generan planos, perfiles, reacciones transversales y un cierto número de cálculos gráficos, la utilidad de estos dibujos depende principalmente de la precisión con que los puntos y las líneas se proyecten. Estos planos generalmente utilizan escalas que mantiene una relación compatible entre las medidas del dibujo y las tomadas en campo, por lo cual el manejo de esta información requiere un gran cuidado.

Estos rasgos de la superficie son importantes de conocer ya que son un punto de partida para la planeación y el diseño no solo de las obras como canales, estructuras, movimientos de tierra, etc. sino también de las labores propias del cultivo, como calles, sentido de cosecha, programación de riegos, entre otros.

2.3. Determinación de puntos de muestreo

A partir de la topografía y del reconocimiento de campo, se debe determinar los puntos de muestreo para los diferentes estudios que se llevan a cabo (propiedades físicas y químicas de suelos, pruebas hidrodinámicas, estudios de drenaje, entre otros). Esta determinación corresponde a la recopilación de información concerniente a la zona objeto de trabajo, que puede ser utilizada para una identificación más certera de los sitios de toma de información.

Esta determinación depende en gran parte de la homogeneidad del terreno, debido a que un punto de muestreo en una zona plana tiene mayor grado de representatividad que uno en una zona con bastantes accidentes topográficos.

Una metodología para la identificación de los puntos de muestreo es la construcción de una grilla en el plano correspondiente a la zona de estudio con dimensiones determinadas de acuerdo al criterio del diseñador, tratando de que cada punto sea lo mas representativo posible; y a partir de la utilización de implementos de posicionamiento geográfico como GPS o DGPS, entre otros, llevar estos puntos a campo, en donde al momento de identificarlos se lleva a cabo los ajustes que sean necesarios.

Otra metodología consiste en la obtención de planos, mapas, fotografías aéreas existentes del lugar, y a partir de los detalles que se observan allí y haciendo una inspección de campo, hacer la determinación de los sitios donde se realizaran las observaciones; este método presenta algunos inconvenientes como lo son la dificultad para conseguir fotografías aéreas recientes, con una escala que proporciones buenos detalles de la zona, y la necesidad de utilizar implementos un poco costosos para realizar la fotointerpretación.

Es importante resaltar que entre mas puntos de muestreo se tengan mejor representatividad tendrá el estudio, pero en algunos casos puede llegar a ser innecesario y antieconómico.

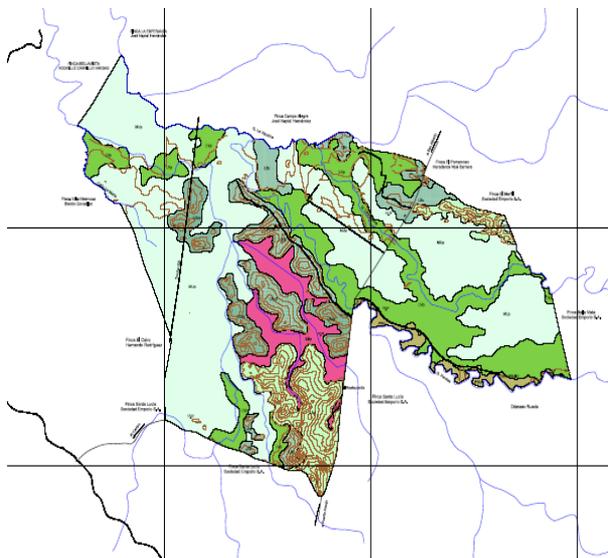


2.4. Caracterización de suelos

En el cultivo de la Palma de Aceite, tal como ocurre con los demás usos agrícolas de la tierra, la productividad y la rentabilidad están íntimamente relacionadas con las características de los suelos sobre los cuales se establecen las explotaciones. El conocimiento detallado de los suelos es, en consecuencia, un aspecto fundamental para lograr niveles tecnológicos que conlleven a esquemas de producción de aceite de palma, sostenible y competitivo (E. Garzón, W. Fino, F. Munèvar).

En Colombia, el desarrollo de la palmicultura, por muchos años prestó una mínima atención al conocimiento de los suelos como factor clave en el manejo tecnológico del cultivo; Como prueba de ello se puede observar que en la mayoría de las zonas cultivadas con palma de aceite, los palmicultores utilizan como criterio de fertilidad y nutrición los análisis foliares sin tener en cuenta el suelo. (Munèvar 1998).

Para lograr una producción agrícola competitiva y sostenible es necesario tener en cuenta todos los factores que afectan la productividad; dentro de dichos factores el suelo juega un papel fundamental.



Los levantamientos de suelos son estudios que tienen como objetivo fundamental describir las características más relevantes de los suelos, determinar su variabilidad espacial y representarla geográficamente. Además, los productos obtenidos a partir de estos levantamientos son la base para la toma de decisiones técnicas y económicas al proyectar nuevas inversiones en palma de aceite (nuevas siembras) y para mejorar la eficiencia de las plantaciones existentes.

La caracterización permite tener un mejor conocimiento del suelo en cuanto a sus características fisicoquímicas, mineralógicas y su distribución espacial; para dicho levantamiento se debe tener en cuenta la geomorfología la cual viene a ser la principal herramienta en la delimitación de las unidades de suelos y en la definición y conformación de las unidades cartográficas. Estas unidades geomorfológicas son unidades naturales dotadas de características originales en cuanto a aspectos morfográficos (topografía y configuración), morfogénéticos (procesos) y morfocronológicos (cambios a través del tiempo).



El levantamiento de suelos se lleva a cabo mediante la construcción de calicatas con dimensiones que permitan la observación plena de las características propias de cada perfil; en algunos casos estas calicatas son complementadas con la apertura de pozos de observación mediante la utilización de Barrenos.

En cada observación es importante registrar información como: fecha, número de observación, localización, georeferenciación, geomorfología, material parental, relieve, pendiente, clima ambiental y edáfico, erosión, afloramientos rocosos, pedregosidad, inundaciones, encharcamientos, nivel freático, profundidad efectiva, uso actual y drenaje; adicionalmente en cada horizonte se debe tomar información referente a: espesor, color, textura, fragmentos de roca, estructura, superficie de los peds, concentraciones, consistencia y reacciones.

La distribución y ocurrencia de las diferentes clases de suelo, se deben representar geográficamente mediante un mapa de suelos para una mayor comprensión de la zona; esto se puede llevar a cabo a través de la utilización de programas disponibles para este fin como Map Maker, ArcView, entre otros.

Es importante la caracterización tanto química como física de suelos; para la parte química es recomendable la realización de los análisis de pH, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio cationico, Carbono orgánico, bases intercambiables, aluminio intercambiable, fósforo, azufre, boro, y elementos menores; para la parte física es necesario los análisis de textura, penetrabilidad, densidad aparente, densidad real y consistencia; además de llevar a cabo las pruebas hidrodinámicas (retención de humedad, infiltración y conductividad Hidráulica).

2.5. Estudios de riego y drenaje agrícola

El agua es el elemento básico para el desarrollo de todos los seres vivos; particularmente, el agua representa un elemento limitante en el crecimiento de las plantaciones de palma.

El déficit de agua es uno de los factores que mas afecta la producción en el cultivo de la palma de aceite en Colombia. Este factor es generalizado en las principales regiones en donde se cultiva palma de aceite en el mundo, y a el se han a tribuido efectos negativos en el desarrollo del cultivo y en la producción y extracción de aceite, por lo cual se constituye en un factor importante en la selección de áreas potenciales para el cultivo.

En caso opuesto, Como consecuencia del mal manejo del agua de riego, sistemas de drenaje agrícola superficial y/o interno inadecuados o por la inexistencia de estos, más del 30 % del área total cultivada en las zonas planas de nuestro país están afectados con diferentes grados de problemas de drenaje, originando la degradación y pérdidas del potencial de áreas productivas, afectando directamente el desarrollo de la agricultura, con consecuencias graves en la economía local, regional y nacional.

En este contexto, el drenaje agrícola interno y superficial, esta directamente ligado con el complejo agua-suelo-planta, presentando grandes efectos en la producción de los cultivos; siendo necesarias la implementación de obras de infraestructura, las técnicas de diseño de un sistema de drenaje superficial y subterráneo, la operación y el mantenimiento de los mismos; así como, los aspectos relacionados con la recuperación de suelos afectados.

Estas problemáticas hacen necesaria la aplicación de técnicas apropiadas para el acondicionamiento de las zonas de explotación palmera con infraestructuras adecuadas de riego y drenaje, siendo indispensable el diagnóstico de las condiciones propias de cada sitio mediante la realización de algunos estudios, entre los que se tiene:

2.5.1. Estudio de precipitación



Para esto es necesario la recopilación y el análisis de los registros diarios de precipitación de la zona; esto se puede llevar a cabo mediante la implementación de un red pluviométrica en el área de estudio; esta red estará conformada por un número de pluviómetros determinado por el criterio de quien realice el estudio, siendo importante aclarar que es una buena práctica instalar varios puntos de toma de datos, con el fin de poder llevar a cabo comparaciones que permitan establecer de una mejor manera el régimen de lluvias de la zona.

Con los datos recolectados en la red pluviométrica se generan curvas de distribución de lluvias, agrupando zonas con igual comportamiento, estas curvas son llamadas Isoyetas y son importantes para la determinación de los balances hídricos y para la programación del riego de la plantación.

2.5.2. Balance Hídrico

El balance hídrico hace referencia a la determinación de las ganancias y los gastos de agua que tienen lugar en el cultivo. Para esto se tiene en cuenta las precipitaciones, la evaporación, la transpiración, la lamina de agua aprovechable, entre otros. Y busca identificar si el cultivo está contando con el suministro adecuado de agua para suplir todas sus necesidades y llevar a cabo los procesos que en él tienen lugar. Con la información de los balances hídricos se lleva a cabo la programación del riego, además de determinar las curvas de déficit hídrico de la zona. Para esto el programa de suelos y aguas ha diseñado

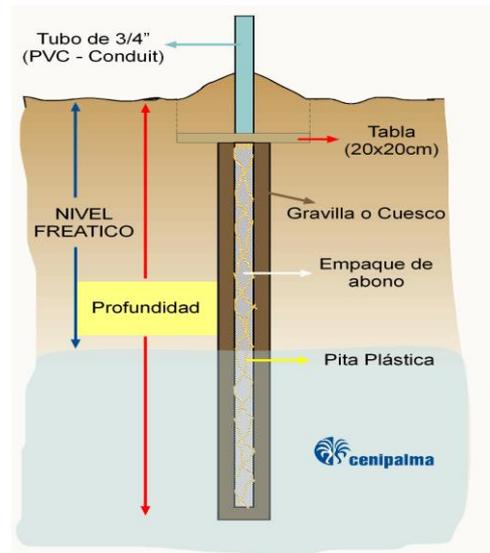


una hoja de cálculo con los parámetros necesarios para la determinación del balance hídrico del campo experimental.

2.5.3. Estudio de Nivel freático

Con el fin de brindar las condiciones de aireación y humedad adecuada en la zona de raíces del cultivo de Palma de Aceite es importante la determinación de la zona libre de saturación que presenta el suelo; para esto es necesaria la instalación de una red freaticométrica en la cual se pueda obtener los datos suficientes para estas estimaciones.

El número de freaticómetros a instalar depende de la homogeneidad de la topografía del terreno, siendo recomendable instalar un pozo de observación para cada variación de altura entre un punto y otro de máximo 50 cm. (para zonas con superficie muy irregular), para zonas planas es común establecer una cuadrícula de referencia en donde los pozos están separados de forma simétrica; una practica muy importante es al momento de instalar estos pozos hacer los ajustes que sean necesarios en campo, esto de acuerdo al criterio del diseñador.



Los datos recolectados en los pozos de observación (freaticómetros o piezómetros) son utilizados para la construcción de curvas Isobatas y curvas Isohypsas; las Isobatas hacen referencia a la profundidad del nivel freático medido a partir de la superficie del terreno y las Isohypsas representan la cota del nivel freático tomando como referencia la altura sobre el nivel del mar en cada punto. Además de estas curvas se puede obtener la dirección del flujo interno del agua en el suelo, las cuales van perpendiculares a las Isohypsas y son utilizadas para el direccionamiento de los canales de drenaje.

Otra utilidad que tiene el monitoreo del nivel freático se presenta en época secas al momento de implementar el riego a través de este (sub-irrigación), que consiste en incorporar agua hacia los lotes a través del represamiento del agua en los canales de drenaje ocasionando un incremento del nivel freático hasta llegar a una zona en donde sea fácilmente aprovechable por la planta.

Con los estudios de precipitaciones y niveles freáticos se generan hidrogramas de comportamiento del nivel freático a partir de las recargas producto de las precipitaciones, lo que permite estimar a partir de que valores una lluvia puede llegar a suplir las necesidades de riego, del mismo modo que permite identificar valores predictivos de flujos de escorrentía.

2.6. Estudios Hidrodinámicos

Estos estudios hacen referencia a las pruebas realizadas con el fin de determinar el comportamiento del agua en el suelo. Entre ellas se tienen:

Conductividad Hidráulica: representa la mayor o menor facilidad con que el suelo deja pasar el agua a través de él por unidad de área transversal a la dirección del flujo; esta velocidad es utilizada directamente para el dimensionamiento de los canales tanto de drenaje como de riego, y puede utilizarse de forma indirecta para calcular la porosidad drenable del suelo. Existen varios métodos para su determinación, entre los más comunes están el de Porchet (permite medir la conductividad hidráulica en pozos de observación que no presentan nivel freático) y el de Auger Hole (para pozos con nivel freático presente).

Infiltración: es el proceso mediante el cual el agua entra verticalmente desde la superficie del suelo hacia los estratos inferiores, saturando los espacios vacíos; este proceso está afectado por la textura, la estructura, el manejo del suelo, la materia orgánica, la mecanización, entre otros.



La infiltración es de gran importancia debido a que determina la lámina de riego a aplicar al suelo, además de la capacidad de este para absorber el agua; del mismo modo permite estimar las pérdidas por escorrentía generadas a partir de una lluvia o riego. Existen varios métodos para determinar la infiltración de un suelo, entre ellos el más utilizado es el de los anillos concéntricos.

Densidad Aparente: La densidad aparente refleja el contenido total de porosidad en un suelo y es importante para el manejo de estos (refleja la compactación y facilidad de circulación de agua y aire). También es un dato necesario para transformar muchos de los resultados de los análisis de los suelos en el laboratorio (expresados en % en peso) a valores de % en volumen en el campo. La densidad aparente es la relación entre el peso del suelo seco sobre el volumen ocupado por este y se puede determinar por varios métodos, en donde el más común es el del cilindro de volumen conocido.

Retención de Humedad: hace referencia a la capacidad que tiene el suelo para retener la humedad luego de ser saturado, esta característica permite estimar las presiones necesarias para extraer al agua del espacio poroso del suelo y se determina para cada etapa de humedad del suelo (capacidad de campo, punto



de marchites permanente), además permite conocer la lamina de agua fácilmente aprovechable por la planta.

2.7. Diseños de lotes y vías

Debido a la creciente implementación de las Unidades de Manejo Agronómico UMA las cuales se agrupan de acuerdo al comportamiento similar de las zonas de cultivo, es importante que los lotes sean diseñados teniendo en cuenta este principio.

Para el diseño de los lotes se debe partir del estudio de suelos de la zona, tratando que cada lote presente características similares de suelo, relieve, disponibilidad de agua, etc. lo que se vera representado en un manejo más homogéneo de las labores por lote.

Es importante tener en cuenta para el diseño de los lotes, evitar que la geometría de este presente estrechamientos que dificulten la mecanización de las labores de estas áreas.

Diseñar lotes de tamaño adecuado que permitan una planificación estratégica de las labores, evitando sobrecostos de las mismas. Tener muchos lotes pequeños aumenta las pérdidas de áreas aprovechables para la producción debido al incremento de vías y estructuras, mientras que un lote muy grande presenta inconvenientes para el trazado de canales (de riego y drenaje), bancales, longitud de líneas, entre otros, al momento de la adecuación.

Para el caso de las vías se debe tratar de construir las menos posibles, pero que brinden acceso a la totalidad de los puntos a los que se requiera llegar; tratando de construirlas en zonas poco propensas a cualquier tipo de erosión o derrumbe, lo que incremente el buen estado de la misma con bajos costos de mantenimiento.

2.8. Diseño de obras de adecuación

A partir de la utilización de la información recolectada mediante los estudios realizados en la zona, se realizan los diseños de adecuación, que comprende las labores necesarias para facilitar el manejo eficiente de la plantación.

Estos diseños se hacen mediante la utilización de metodologías desarrolladas para este fin; para el diseño de canales se utilizan metodologías como la de Glover & dumm, la Curva Numero, formula de Ernest, entre otras, que utilizan la información previa de los lotes para el diseño de estas obras.

Es importante señalar que para el diseño de los canales se debe tener en cuenta que los de riego se trazan y construyen en la parte alta de los lotes, mientras que los de drenaje van por las partes mas bajas, lo que hace mas eficiente su trabajo.

A continuación se describen las obras de adecuación a tener en cuenta para la incorporación de tierras para el cultivo de la palma de aceite.

2.9. Obras de adecuación

Al elaborar diseños de adecuación estos comprende las labores necesarias para facilitar el manejo eficiente de la plantación, entre estas se tienen:

2.9.1. Limpieza y Nivelación de lotes

Consiste en la eliminación de montículos y residuos del desmonte que pueden llegar a ocasionar problemas para la realización de las labores de adecuación, o que pueden ocasionar costos de mantenimiento innecesarios durante la etapa productiva del cultivo. Se debe hacer nivelación siempre y cuando sea conveniente técnica y económicamente, lo cual va a estar determinado por las cantidades de suelo a desplazar y por la topografía predominante del lugar. La nivelación es importante debido a que facilita las labores de riego y drenaje de los lotes, y permite hacer más eficiente las labores de manejo de agua en el cultivo.

2.9.2. Replanteo y construcción de Canales de Riego y Drenaje



Con el diseño ya elaborado se va a campo y mediante la utilización de sistemas de georeferenciación se realiza el trazado de los canales a partir de la instalación de estaquillas.

Es recomendable realizar un replanteo de la nivelación del canal, para luego construirlo; el suelo cortado en la construcción del canal se deposita a un lado de este, y posteriormente puede ser utilizado para los bancales (si es óptimo para ello) o ser distribuido por el lote, tratando de evitar los montículos.

Es importante mencionar que lo primero que se debe realizar es la identificación y limpieza de los drenajes naturales presentes en la zona, con lo cual se aprovechen estos para la evacuación de los excesos, lo que permite que sean utilizados como colectores principales evitando la construcción de otros canales para este fin.

2.9.3. Construcción de bancales



La construcción de bancales consiste en la elaboración de montículos alargados de suelo que se preparan con arado de disco mediante una rutina de desplazamiento del tractor en forma concéntrica, en la línea de siembra, que ayudan a mantener la humedad adecuada en la zona de raíces de la palma de aceite. Estos bancales tienen dimensiones muy variables dependiendo del criterio del diseñador.

La preparación del suelo en bancales combina una acción de labranza, ablandamiento del suelo, con una formación de la superficie de geometría convexa. Las dos modificaciones conducen a un mejoramiento del drenaje interno y superficial con respecto al suelo original, aspecto que va acompañado con una disminución de la densidad aparente del suelo invertido y de un aumento de la aireación y de la conductividad hidráulica saturada del suelo, todo esto conduce a unas mejores condiciones para el desarrollo radical, el movimiento del agua, la absorción de los nutrientes presentes y el almacenamiento y uso de aquellos provenientes de la fertilización. Es por esto que los bancales son una práctica recomendable para suelos con limitaciones de drenaje, con precipitaciones excesivas.



Para el cultivo de la palma de aceite el sentido longitudinal de los bancales debe coincidir con la orientación de los canales de drenaje más que con la de las líneas de siembra, ya que la palma se siembra en hexágono perfecto de norte a sur y no existe problema con el sentido de la realización de las labores, y el ancho del bancal dependerá de las condiciones del suelo, la precipitación de la zona y otros aspectos logísticos.

Esta práctica se presenta como una alternativa promisoriosa para el desarrollo de nuevas siembras en palma de aceite.

2.9.4. Preparación de Suelos

La palma de aceite por ser un cultivo perenne requiere de un sitio con buenas condiciones, una adecuada preparación de suelos y un buen material genético adaptado.

La mayor incidencia de mecanización se obtiene durante las actividades de preparación de suelos; siendo esta mayor al momento del establecimiento del cultivo por primera vez.



Esta preparación consiste en dar al terreno condiciones propicias para llevar a cabo las labores del cultivo; para esta se lleva a cabo movimientos de tierra, acompañados por uno o dos pases de arada, tratando de manejar los criterios de labranza mínima; y una rastrillada que contribuya a emparejar la superficie del terreno; para suelos con problemas de compactación se hace subsolado profundo, con el fin de mejorar las condiciones estructurales y de aireación del suelo.

Cuando el terreno no es plano, se puede construir terrazas para evitar pérdidas excesivas de suelo por erosión. Para el campo experimental no es recomendable la utilización del cincel, ya que según evaluaciones y estudios realizados han demostrado que la humedad del suelo en el campo jamás llega al rango óptimo para la utilización de este implemento de labranza, que para la zona se alcanzaría con 16 días de extremo verano, por lo cual al llevarse a cabo su utilizaciones estaría generando daños al suelo y agravando aun mas los problemas de drenaje existentes.

Es importante recordar que todas las obras de adecuación deben realizarse en lo posible en las épocas indicadas para ello, en las cuales el suelo se encuentra en condiciones óptimas para ser trabajado, causándole los menores daños posibles de compactación, daño de estructura, pulverización, etc. Además que el realizar las labores de adecuación en el tiempo propicio genera mejores rendimientos en la ejecución de la labor y por ende una mejor relación costo beneficio.

En esta etapa también se lleva a cabo la estaquillada y ahoyada para la siembra de la palma de aceite, la cual se hace principalmente con una pala mecánica o retroexcavadora.

2.9.5. Establecimiento de coberturas

Después de las labores de preparación de suelos el primer paso antes de la siembra del cultivo es el establecimiento de una cobertura vegetal, generalmente realizada bajo el sistema de siembra al voleo.

Los cultivos de cobertura mas empleados son el Kudzù (Pueraria phaseoloides), el maní forrajero (Arachis pintoi) y el pegapega (Desmodium ovalifolium). Las semillas deben ser escarificadas e inoculadas con bacterias nitrificantes, práctica que incrementa notablemente la fijación de nitrógeno atmosférico, debido a la simbiosis con bacterias del género Rhizobium y ayuda a reducir los costos de fertilización. En algunas zonas también es utilizada la flemingia congesta, leguminosa arbustiva cuya raíces ayudan a romper el suelo compactado para mejorar la aireación y la conductividad hidráulica.



En general, las coberturas vegetales facilitan la incorporación de nutrientes, de materia orgánica, mantiene en mejores condiciones la humedad del suelo y evitan la erosión.

2.9.6. Siembra

La siembra constituye la tercera etapa del manejo en campo del material a implantar, luego de haber pasado la fase de previvero y vivero; en esta fase se deben tomar las mayores precauciones para el transporte y transplante a lotes definitivos evitando situaciones de estrés a las palmitas.

Existen muchas distancias de siembra para la palma de aceite, siendo utilizada generalmente la de 9.0 metros en tres bolillos, es decir, la siembra de 143 palmas por hectárea. Esta siembra se debe realizar al comenzar el periodo de lluvias, dado las condiciones ambientales más favorables. Es conveniente tener palmitas de reserva en los viveros para reemplazar las que por una u otra razón se deban descartar.

2.9.7. Mantenimiento del cultivo

Luego de la siembra de las palmas, empieza la etapa de mantenimiento del cultivo, que incluye labores como:

- Plateos

Consiste en la limpieza del área que rodea la palma, con lo cual se permite la manipulación y fertilización en la zona de fácil aprovechamiento para el cultivo, además de facilitar la recolección del fruto. Además de mantener esta área libre de arvenses, con lo que se disminuya la competencia que estas puedan hacer a la palma por agua y nutrientes.

- Podas

Consiste en cortar las hojas basales de la palma en la medida que estas van perdiendo su funcionalidad, esta practica se lleva a cabo con el fin de mantener el numero de hojas optimo para la actividad fotosintética. Las hojas retiradas se deben cortar en trozos y colocar en las entrecalles para que inicien su descomposición y la incorporación de nutrientes y materia orgánica al suelo, con beneficio directo para el cultivo.

- Fertilización

Con la fertilización se busca garantizar una adecuada disponibilidad de los nutrientes necesarios para el crecimiento, desarrollo y fructificación del cultivo; la frecuencia de aplicación varía con la edad del cultivo siendo menor cuando la palma alcanza la edad adulta. Estas frecuencias están definidas en buena medida por el tipo de material sembrado, las clases de suelos, la cobertura utilizada y los factores ambientales. Hace varios años se viene utilizando, en la mayoría de las plantaciones, el raquis o tusa proveniente de las plantas de beneficio, al igual que la fibra, los cuales se distribuyen uniformemente alrededor de cada palma.

- Riego y drenaje

De acuerdo con los balances hídricos determinados para cada zona, y según el diseño y la programación de riego para cada lote, se lleva a cabo la aplicación de las láminas estipuladas, con lo cual se busca brindar la humedad necesaria para que la planta lleve a cabo los procesos biológicos que tienen lugar en ella. Esta programación de riego depende en gran parte de la disponibilidad natural del agua a través de la precipitación, de la capacidad de almacenamiento del suelo, de la época del año, entre otros. Del mismo modo, con el drenaje se busca mantener niveles óptimos de humedad en la zona de raíces con lo cual se brinden las condiciones optima para el desarrollo adecuado del cultivo, al mismo tiempo que se evita brindar ambientes favorables para el desarrollo de plagas y enfermedades asociadas a los problemas de exceso de humedad.

- control de plagas y enfermedades

la palma de aceite desde sus primeras etapas de desarrollo es susceptible al ataque de plagas como *Leptopharsa gibbicularina*, *stenoma cecropia*, *strategus aloeus*, *retraces elaeis* y *zagalaza valida*; y enfermedades como pudrición de cogollos PC, marchites sorpresiva y pudrición del estípite, entre otras. Para su control se utilizan sistemas de tratamientos físicos, químicos o biológicos y mecánicos los cuales deben estar perfectamente planificados con el fin de evitar contaminación en los suelos y aguas, y pérdida de la biodiversidad en la zona.

La tendencia actual es la de permitir franjas de plantas arbóreas nectaríferas que sirven de albergue y fuente de alimentación a los insectos y parasitoides benéficos, los cuales ejercen un control biológico de gran importancia y con muy buenos efectos ambientales y económicos.

- Corte de racimos y cosecha

Se lleva a cabo a lo largo de la vida productiva del cultivo y esta acoplada a los criterios de madures del fruto que son fundamentales para la obtención y la calidad del aceite. Una vez los racimos están listos, por la caída de un par de frutos o según los criterios de cosecha de cada plantación, se cortan mediante la utilización de la herramienta mas apropiada, son recolectados y llevados al centro de acopio destinado, de donde son tomados y transportados a las plantas de beneficio en el menor tiempo posible para evitar daños y deterioro de la calidad del aceite.

- Mantenimiento de vías y puntos de acopio del fruto

Es importante el mantenimiento de las vías con lo cual se garantice la adecuada circulación tanto de los insumos como del producto de la cosecha en la plantación, con lo cual se propicie un normal desarrollo de todas las actividades del campo. Este mantenimiento esta estrechamente ligado con el nivel de estabilidad del suelo, problemas de erosión presentes, alteración de cauces, y un óptimo diseño, trazado y construcción de las vías.

- Transporte y procesos en planta de beneficio

Consiste en todas las labores y procesos físicos y mecánicos que se realizan con el fin de la extracción y en algunos casos transformación del aceite para ser llevado a los centros de comercialización de este.

Esta fase de mantenimiento del cultivo se prolongara por muchos años, siendo variable la incidencia de una u otra labor, las cuales están estrechamente relacionadas con la edad del cultivo, el desarrollo vegetativo, la oferta bioclimática, entre otros factores.

3. RECOMENDACIONES

- ✓ Poner en práctica el plan de adecuación de tierras para las nuevas siembras, mediante el cual se desarrollen las labores pertinentes en el momento indicado, lo que permita obtener una mejor relación costo beneficio.
- ✓ Realizar las labores de preparación teniendo en cuenta los criterios técnicos sobre el manejo de suelos y las características particulares de cada zona. En lo posible manejar técnicas y criterios de labranza mínima.
- ✓ Utilizar la maquinaria y los equipos adecuados para cada labor.
- ✓ Manejar y disponer adecuadamente el material vegetal sobrante utilizándolo como abono verde y fuente de nutrientes orgánicos.
- ✓ Evitar cualquier tipo de quemas en los lotes y en las zonas cercanas.
- ✓ Mantener áreas de reserva ecológica sin alteraciones, para la conservación de los recursos naturales renovables allí comprometidos.
- ✓ Desarrollar las labores en los momentos propicios con lo cual se disminuya costos y se obtenga mejores resultados.
- ✓ Buscar siempre el mejoramiento de los procesos de producción; es decir, no conformarse con producir grandes cantidades, sino producir con calidad.

La planificación integral de los procesos de producción no solo ayuda al incremento de la calidad del producto, y consigo mejores retribuciones económicas; sino que ayuda al desarrollo sostenible de la agricultura, con lo que se garantice la conservación de los recursos naturales para las generaciones futuras.

4. CITAS BIBLIOGRAFICAS

- Ávila Loreto. 1970 Algunos aspectos sobre drenaje agrícola. Fondo de garantía y fomento para la agricultura, ganadería y avicultura (FIRA). México, 37 Pág.
- Ceniavances. 2001 Los bancales, una alternativa de adecuación de suelos para la siembra en palma de aceite. CENIPALMA.
- De la Peña. 1984 Metodología establecida para la determinación y solución de los problemas de drenaje. Boletín técnico no. 7 Oficina de Ingeniería de Riego y Drenaje. México. 366 Pg.
- FAO/ONU. 2000 Ensayos de Drenaje. P. J Dieleman.
- Grassi, C.J. 1975 Manual de Drenaje Agrícola 197 p. CIDIAT. Mérida Venezuela. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Métodos Analíticos del Laboratorio de Suelos. Bogotá.
- Grassi, C.J. 1991 drenaje de suelos agrícolas. CIDIAT. Mérida, Venezuela.
- Guía Ambiental para el subsector de la agroindustria de la palma de aceite. 2003 FEDEPALMA, SAC, Ministerio del medio Ambiente. Segunda reimpresión.
- Luthin, J.N. 1967 Drenaje de tierras agrícolas. Centro Regional de Ayuda Técnica. 684 ed. Limusa Wiley, S.A. México.
- Malagón, Dimas Castro. 1974 Propiedades Físicas de los Suelos. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Colombia.
- Múnevar, Fernando. Garzón, Edna Margarita. 2006 Caracterización de suelos y determinación de unidades de manejo agronómico en la zona central palmera de Colombia, etapa 1". Programa de Suelos y Aguas, Centro de Investigaciones en Palma de Aceite, CENIPALMA.
- Ortega, Leopoldo. 2001 Drenaje en suelos agrícolas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago de Chile.
- Pizarro, Fernando. 1978 Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos salinos. Editorial agrícola Española. Madrid.