

# ANEXOS

**LISTA DE FIGURAS DE ENSAYO**

Figura N° A1.1	Muestra del material de la calicata N° 10 previamente lavada y secada al horno, para su posterior tamizado.....	122
Figura N° A1.2	Material gravoso seleccionado y utilizado como parte del filtro envolvente.....	122
Figura N° A1.3	Curva Granulométrica Calicata 10 Sector III M-2 .....	123
Figura N° A1.4	En esta figura se observan las cubetas C-1 y C-2 antes del ensayo .....	126
Figura N° A1.5	Se observa como es colocada la tubería junto con el material envolvente teniendo en cuenta la pendiente.....	126
Figura N° A1.6	Luego de colocado todo el filtro se procede a rellenar con material de suelo, hasta la altura determinada .....	126
Figura N° A1.7	Sistema C-1 terminado listo para empezar a saturarlo ...	127
Figura N° A1.8	Colocación del geotextil alrededor del filtro protector de grava que envuelve el tubo dren.....	127
Figura N° A1.9	Sistema C-1 terminado listo para empezar a saturarlo ...	128
Figura N° A1.10	Luego de colocado la base de arena y respetando la pendiente designada, se procede a tender la tubería conjuntamente con el geosintético .....	128
Figura N° A1.11	Una vez colocado el geosintético y cubierto este con el filtro de grava, se procede a sellar las aberturas cosiéndola.....	129
Figura N° A1.12	Luego de colocado el filtro de grava y sellado el geosintético se procede a llenar todo de material de suelo.....	129
Figura N° A1.13	Sistema C-3 terminado listo para empezar a saturarlo.....	130
Figura N° A1.14	Sistema M-I se aprecia que presentan las mismas condiciones que la del Sistema C-3 de la etapa I, sólo que la tela del geotextil alrededor de la tubería .....	131

Figura N° A1.15	Sistema M-II se aprecia las mismas condiciones que la del C-3 en la etapa I, sólo que con todo el geocompuesto alrededor del tubo.....	131
Figura N° A1.16	Distribución de agujeros utilizados en las dos etapas ...	133
Figura N° A1.17	Se aprecia como se va saturando las muestras.....	134
Figura N° A1.18	Se aprecia la evacuación de agua del dren una vez ingresado un determinado volumen de agua .....	134
Figura N° A1.19	Se observa el monitoreo del caudal de evacuación.....	136
Figura N° A1.20	Se aprecia como se recarga la muestra a un determinado volumen, para luego proceder al monitoreo respectivo .....	136
Figura N° A1.21	Sistema C-1, Curva Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 1.465cm..	138
Figura N° A1.22	Sistema C-1, Curva Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 2.93cm...	139
Figura N° A1.23	Sistema C-1, Curva Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 4.69cm.....	140
Figura N° A1.24	Sistema C-1, Curva Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 5.86cm....	141
Figura N° A1.25	Sistema C-2, Curva Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 1.465cm...	142
Figura N° A1.26	Sistema C-2, Curva Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 2.93cm..	143
Figura N° A1.27	Sistema C-2, Curva Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 4.396 cm .....	144
Figura N° A1.28	Sistema C-2, Curva Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 5.86cm.....	145
Figura N° A1.29	Sistema C-3, Curva Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 1.465cm.....	146
Figura N° A1.30	Sistema C-3, Curva Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 2.93cm.....	147
Figura N° A1.31	Sistema C-3, Curva Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 4.396cm .	148
Figura N° A1.32	Sistema C-3, Curva Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = .86 .....	149
Figura N° A1.33	Gráfico comparativo de las curvas Q (l/seg.) vs.T (seg.) E Etapa I, H = 1.465.....	152
Figura N° A1.34	Gráfico comparativo de las curvas Q (l/seg.) vs. T (seg.) Etapa I, H = 5.86 cm.....	152

---

Figura N° A1.35	Gráfico comparativo de las curvas Q (l/seg.) vs. T (seg.) entre M-I & M -II, Etapa II, H = 1.465cm...	155
Figura N° A1.36	Gráfico comparativo de las curvas Q (l/seg.) vs. T (seg.) entre M -I & M - II, H = 5. 86cm.....	155
Figura N° A1.37	Caudales de descarga H = 1.46cm, V = 4 litros.....	157
Figura N° A1.38	Caudales de descarga H = 2.93cm. V = 8 litros	158
Figura N° A1.39	Caudales de descarga H = 4.396cm. V = 12 litros...	159
Figura N° A1.40	Caudales de descarga H = 5.86 cm. V = 16 litros...	160

### **LISTA DE CUADROS DE ENSAYO**

Cuadro N° A1.1	Resultados de la granulometría del suelo utilizado...	121
Cuadro N° A1.2	Etapa I Sistema C-1 H = 1.465cm, V = 4 litros.....	137
Cuadro N° A1.3	Etapa I Sistema C-1 H = 2.93cm, V = 8 litros.....	138
Cuadro N° A1.4	Etapa I Sistema C-1 H = 4.69cm, V = 12 litros.....	140
Cuadro N° A1.5	Etapa I Sistema C-1 H = 5.86cm, V = 16 litros.....	141
Cuadro N° A1.6	Etapa I: Sistema (C-2) H = 1.465cm.....	142
Cuadro N° A1.7	Etapa I: Sistema (C-2) H = 2.93cm, V = 8 litros.....	143
Cuadro N° A1.8	Etapa I: Sistema (C-2) H = 4.396cm, V = 12 litros....	144
Cuadro N° A1.9	Etapa I: Sistema (C-2) H = 5.86cm, V = 16 litros.....	145
Cuadro N° A1.10	Etapa I: Sistema (C-3) H = 1.46cm, V = 4 litros.....	146
Cuadro N° A1.11	Etapa I: Sistema (C-3) H = 2.93cm, V = 8 litros.....	147
Cuadro N° A1.12	Etapa I: Sistema (C-3) H = 4.396cm, V = 12 litros.....	148
Cuadro N° A1.13	Etapa I: Sistema (C-3) H = 5.86cm, V = 16 litros.....	149
Cuadro N° A1.14	Etapa I: Caudales de descarga, H = 1.46cm, V = 4 litros.....	157
Cuadro N° A1.15	Etapa I: Caudales de descarga, H = 2.93cm, V ) 8 litros.....	158
Cuadro N° A1.16	Etapa I: Caudales descarga, H = 4.396cm, V = 12 litros.....	159
Cuadro N° A1.17	Etapa I: Caudales de descarga, H = 5.86cm, V = 16 litros .....	160

## EXPERIMENTACIÓN EN MEDIO FÍSICO DE DRENAJE

### 1.- OBJETIVO

La comparación experimental y analítica de los caudales evacuados por tres diferentes sistemas de drenaje con fines agrícolas.

### 2.- ENSAYO DE EFICIENCIA DE DIFERENTES SISTEMAS DE DRENAJE AGRÍCOLA.

Este ensayo está conformado en varias pruebas paralelas de eficiencia, las cuales consisten en el monitoreo constante de los caudales evacuados, por tres diferentes sistemas de drenaje descritos posteriormente, estos difieren uno del otro según los elementos de filtros utilizados. Se tomó en cuenta que las condiciones tanto geométricas e hidráulicas de los sistemas de medición empleados, deben ser las mismas.

Dichas condiciones se detallan a continuación:

#### 2.1.- Características hidráulicas y geométricas

Para llevar a cabo el presente ensayo, se elaboró previamente un diseño de filtro a utilizar en los tres sistemas. Y para realizar la comparación, los tres sistemas deben tener las mismas condiciones geométricas e hidráulicas.

Las dimensiones de la cubeta experimental para los tres casos son: 0.39x0.50x0.70m, la altura de la superficie al dren de 0.12m, la distancia del fondo a la base del dren de 0.13m.

La pendiente de 4.28 %, el diámetro de la tubería de PVC de  $\phi = 2''$ , diámetro de los agujeros en la tubería es de  $\frac{1}{4}''$  con la distribución indicada posteriormente.

Cabe agregar que se utilizó el mismo tipo de suelo como material en todos los ensayos, tanto en la etapa I, como en la etapa II.

## 2.2.- Tipo de suelo utilizado

Posterior a los trabajos de campo realizado, se observó que el tipo de suelo predominante en la zona de aplicación (Área piloto), está constituida por:

Arenas finas, arenas limosas, gravas, arenas gravosas y conglomerado gredoso (Caliche).

Para este ensayo es importante saber la granulometría del material. Cuadro N° A1.1, por ello, se tomaron varias muestras en las diferentes calicatas y se procedió a realizar el análisis granulométrico respectivo. De todas las muestras analizadas tomamos una de ellas, la ubicada en la calicata N° 10, por ser esta la más representativa. Ver figura A1.1 al A1.3.

## 2.3.- Materiales y equipos utilizados

### Equipos

1.- Tres cubetas experimentales de vidrio como se observa en la figura N°A1.4, que presenta las siguientes dimensiones:

- **C-1°** Con 0.39x0.60x0.70m de ancho, alto y largo respectivamente, con un agujero en la cara frontal de  $\phi=2"$  ubicada a 23cm del fondo de la cubeta hecha de vidrio de 5mm de espesor, con ángulos de acero en sus bordes y protegido con pintura epóxica.
- **C-2°** Con 0.39x0.50x0.70m de ancho, alto y largo respectivamente, con un agujero en la cara frontal de  $\phi=2"$  ubicada a 13cm del fondo de la cubeta hecha de vidrio de 5mm de espesor, con ángulos de acero en sus bordes y protegido con pintura epóxica.
- **C-3 °** Con 0.39x0.50x0.70m de ancho, alto y largo respectivamente, con un agujero en la cara frontal de  $\phi=2"$  ubicada a 13cm del fondo de la cubeta hecha de vidrio de 3.5mm de espesor con ángulos de aluminio en los bordes.

### CUADRO N° A1.1

**DATOS**

$W_{\text{muestra} + \text{envase}} = 3198.1 \text{ gr}$

$W_{\text{envase}} = 427.4 \text{ gr}$

$W_{\text{mlavaseca} + \text{enva}} = 2095.9 \text{ gr.}$

$W_{\text{muestra}} = 1668.5 \text{ gr}$      $W_{\text{tara}} = 174.2 \text{ gr}$

$W_{\text{muestra}} = 2770.7 \text{ gr}$      $W_i = 1668.5 \text{ gr}$

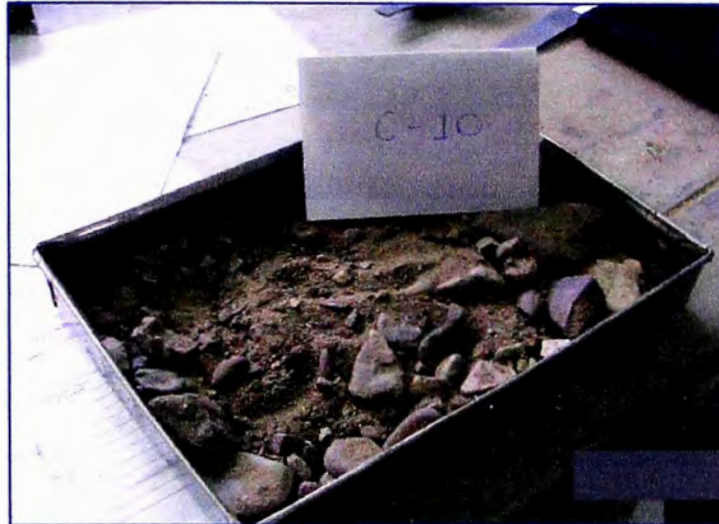
$W_f = 1668.4 \text{ gr}$

$W_{(i-f)} = 0.1 \text{ gr.}$

### RESULTADOS DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO UTILIZADO

Malla		$W_{\text{reten}} + W_{\text{tara}}$	$W_{\text{reten}}$	$W_{\text{reten}}$ (%)	$W_{\text{retcorreg}}$	$W_{\text{retcorreg}}$ (%)	$W_{\text{ret acum.}}$ (%)	$W_{\text{pasa}}$ (%)
Tamiz	Abertura (mm)							
3/4"	19.05	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.000	100.00
1/2"	12.7	340.0	165.8	9.94	165.81	9.94	9.938	90.06
3/8"	9.525	275.0	100.8	6.04	100.81	6.04	15.979	84.02
1/4"	6.35	302.2	128.0	7.67	128.01	7.67	23.651	76.35
4	4.76	216.4	42.2	2.53	42.20	2.53	26.181	73.82
10	2	299.6	125.4	7.52	125.41	7.52	33.697	66.30
20	0.84	297.4	123.2	7.38	123.21	7.38	41.081	58.92
30	0.59	271.6	97.4	5.84	97.41	5.84	46.919	53.08
40	0.426	286.9	112.7	6.75	112.71	6.75	53.674	46.33
60	0.25	638.8	464.6	27.85	464.63	27.85	81.521	18.48
100	0.149	378.5	204.3	12.25	204.31	12.25	93.766	6.23
200	0.074	269.5	95.3	5.71	95.31	5.71	99.479	0.52
Fondo		182.9	8.7	0.52	8.70	0.52	100.000	0.00
Suma		3758.8	1668.4	100.00	1668.50	100		



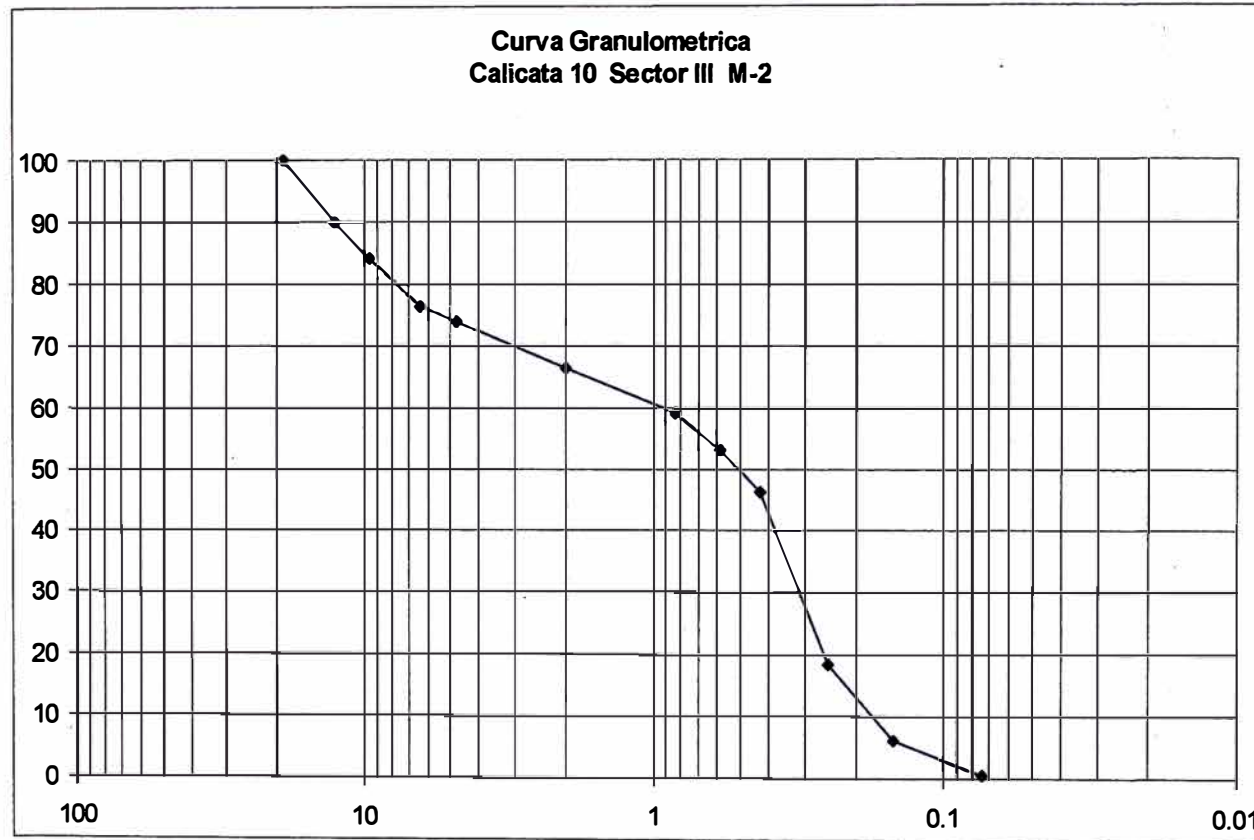


*Fig N° A1.1.- Muestra del material de la calicata N° 10 previamente lavada y secada al horno, para su posterior tamizado.*



*Fig N° A1.2.- Material gravoso seleccionado utilizado como parte del filtro envolvente*

**FIGURA N° A1.3**



- 2.- Probeta graduada de vidrio de 250mm.
- 3.- Matraz de 4 lt. de +- 5% error
- 4.- Cronómetro digital
- 5.- Balanza mecánica de 500kg.
- 6.- Juego de tamices

### **Materiales y herramientas:**

- Suelo de granulometría indicada
- Grava seleccionada graduada
- Geotextil  
Mac Drain
- Tuberías de PVC de 2"
- Flourosilina
- Cintas de embalaje
- Silicona
- Pegamento
- Manguera
- Wincha de 5m
- Carretilla
- Pala
- Baldes

### **2.4.- Descripción de los diferentes sistemas de drenaje empleados**

El ensayo se realizó en 2 etapas:

Para llevar a cabo este ensayo se utilizó como material de suelo el especificado anteriormente, tanto para la etapa I como para la etapa II.

#### **2.4.1.- Etapa I**

##### **a).- Grava graduada. (C-1)**

Este sistema está conformado por grava previamente diseñado para el material de suelo a utilizar, con una dimensión de 10cm por debajo del dren 10cm a los

lados y 12cm por encima del dren como se muestra en la figura N° A1.5, la tubería de drenaje es de PVC de 2" de diámetro, con una pendiente de 4.28% .

En cuanto al proceso constructivo, esta se realiza para los tres con la misma secuencia. Primero hacer una cama de arena de 3cm, luego se sigue estrictamente la colocación del filtro para los diferentes sistemas y casos teniendo siempre en cuenta la pendiente para una correcta posición de la tubería dren. Como muestra las figuras N° A1.6 y A1.7

#### **b).- Grava graduada y geotextil (C-2)**

Este sistema está conformado por grava previamente diseñado para el material de suelo a utilizar, con una dimensión de 10cm por debajo del dren 10cm a los lados y 12cm por encima del dren y envuelto con un GEOTEXTIL MACTEX MT300 como se muestra en las figuras N° A1.8 y A1.9, la tubería de drenaje es de PVC de 2" de diámetro, con una pendiente de 4.28%

#### **c).- Grava y Mac Drain. (C-3)**

Este sistema está conformado por gravilla previamente determinada, y un geocompuesto llamado Mac Drain, formado por dos geotextiles y un drenante colocado de la manera como se observa en las figuras N° A1.10 y A1.11, y por la tubería de drenaje de PVC de 2" de diámetro, con una pendiente de 4.28% . Ver figuras N° A1.12 y A1.13

### **2.4.2.- Etapa II**

Al finalizar la etapa I se pudo determinar el sistema más eficiente, y con este se comienza a trabajar para dos formas diferentes de colocado.

#### **a).- Grava y MacDrain (M-I)**

Este sistema está conformado por gravilla previamente determinada, por el MacDrain, colocado de manera vertical hasta una determinada altura, envolver la tubería solamente con el geotextil de la manera como se observa en la figura N° A1.14 respetando las mismas dimensiones anteriores y por la tubería de drenaje de PVC de 2" de diámetro, con una pendiente de 4.28% .



**Fig N° A1.4.-** En esta figura se observan las cubetas C1 y C2 antes del ensayo



**Figura N° A1.5.-** Se observa como es colocada la tubería junto con el material envolvente teniendo en cuenta la pendiente.



**Figura N° A1.6.-** Luego de colocado todo el filtro se procede a rellenar con material de suelo, hasta la altura determinada.

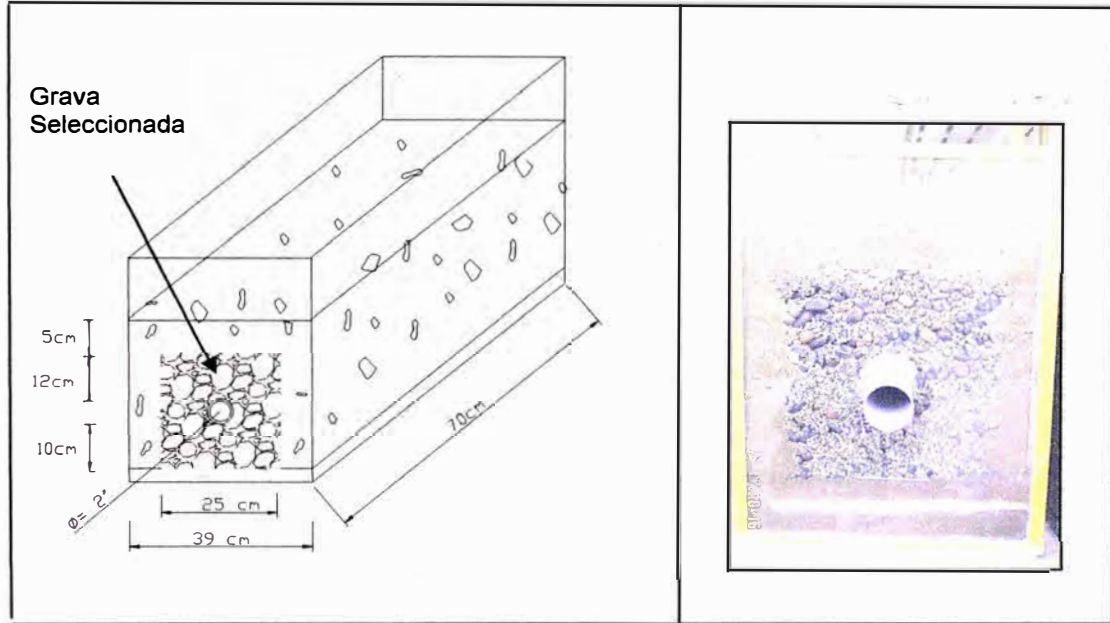


Fig N° A1.7.- Sistema C-1 terminado listo para empezar a saturarlo.

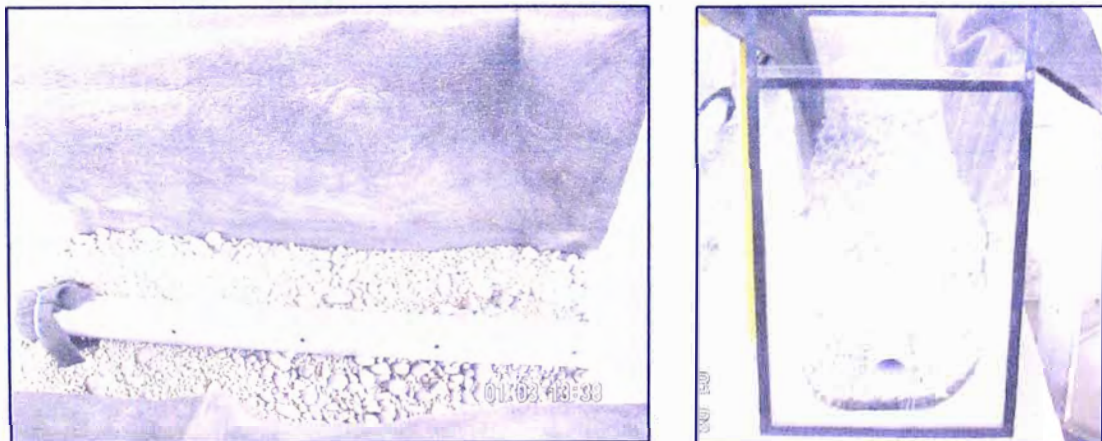
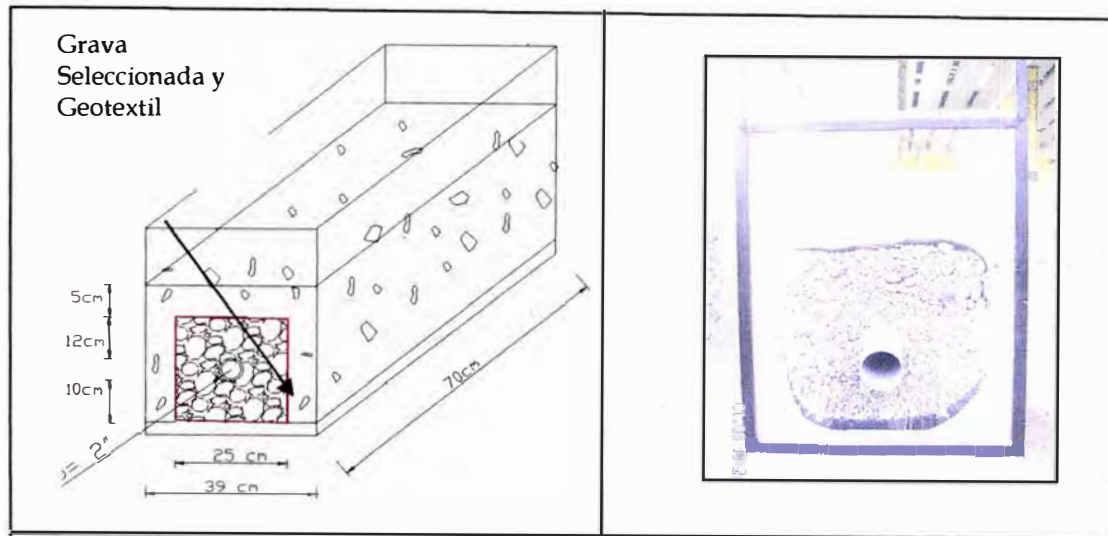
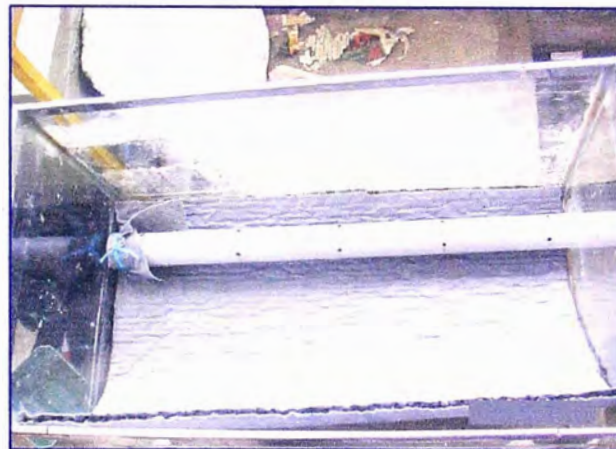


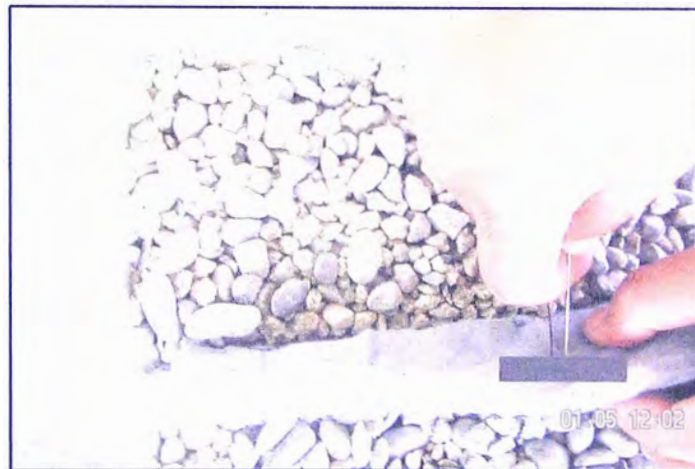
Fig N° A1.8.-Colocación del geotextil alrededor del filtro protector de grava que envuelve el tubo dren.



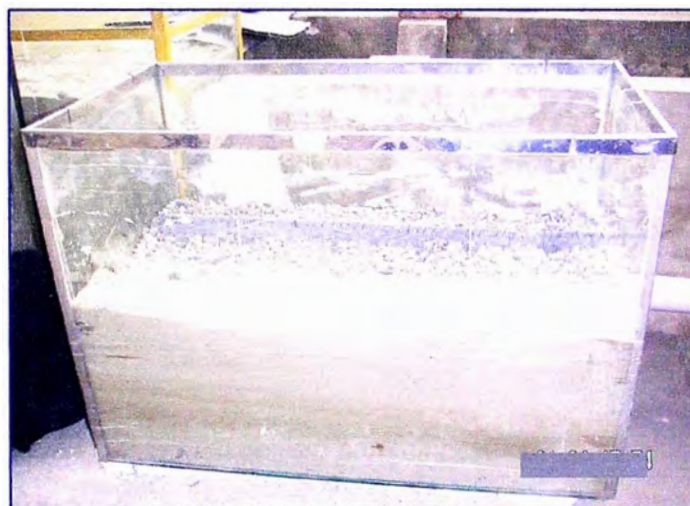
*Fig N° A1.9.- Sistema C-1 terminado listo para empezar a saturarlo.*



*Fig N° A1.10. Luego de colocado la base de arena y respetando la pendiente designada, se procede a tender la tubería conjuntamente con el geosintético.*



*Fig. N° A1.11.- Una vez colocado el geosintético y cubierto este con el filtro de grava, se procede a sellar las aberturas cosiéndolo.*



*Fig N° A1.12.- Luego de colocado el filtro de grava y sellado el geosintético, se procede a rellenar todo de material de suelo.*



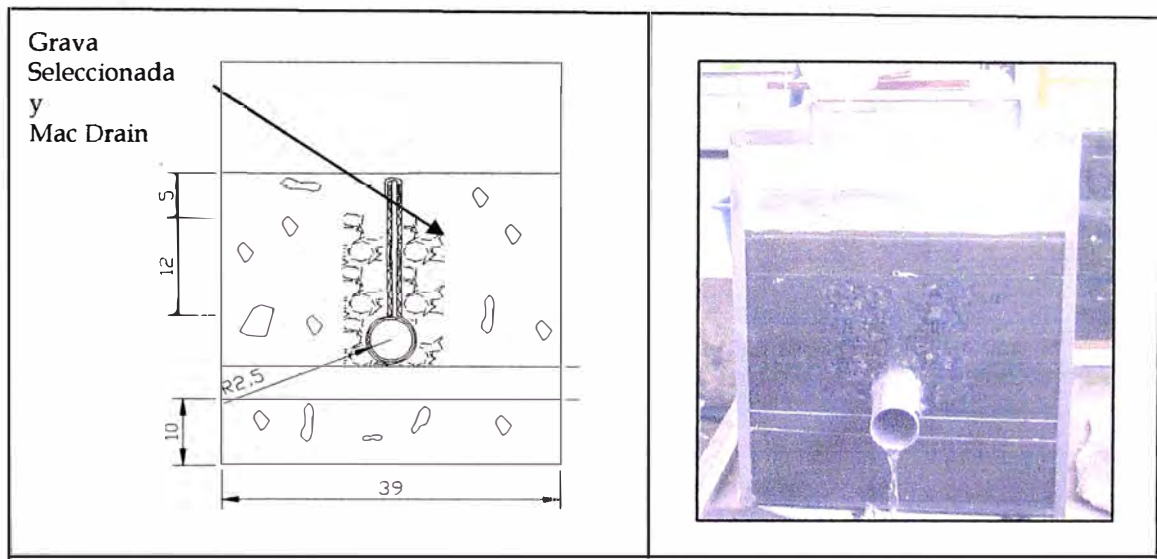
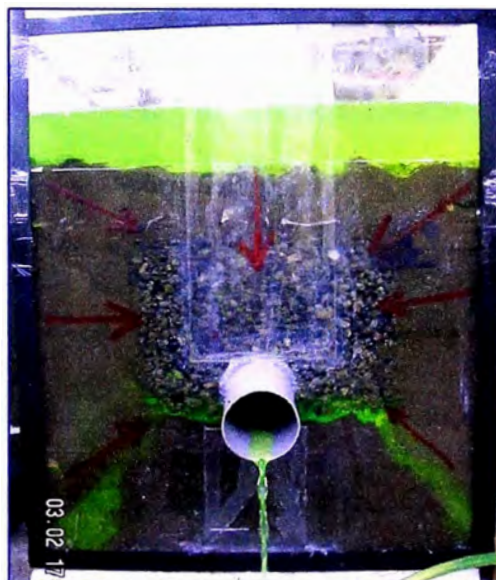


Fig N° 13.-Sistema C-3 terminado listo para empezar a saturarlo.



*Fig N° A1. 14.- Sistema M-I se aprecia que presentan las mismas condiciones que la de sistema C-3 de la etapa I, sólo que la tela del geotextil alrededor de la tubería.*



*Fig N° A1. 15- Sistema M-II se aprecia que presentan las mismas condiciones que la del C-3 en la etapa I, sólo que con todo el geocompuesto alrededor del tubo.*

## **b).- Grava y Mac Drain (M-II)**

Este sistema está conformado por gravilla previamente determinada, por el MacDrain, colocado de manera vertical hasta una determinada altura y envolviendo con todo el geosintético (geotextil y drenante) toda la tubería, tal como se observa en la figura N° A1.15 respetando las mismas dimensiones anteriores y por la tubería de drenaje de PVC de 2" de diámetro, con una pendiente de 4.28%.

### **2.4.3.- Distribución de los agujeros**

En todo el ensayo se utilizaron dos diferentes distribuciones de las áreas para los agujeros en los drenes. Tales como se aprecian en la figura N° A1.16.

## **2.5.- Descripción de los ensayos**

El ensayo se realizó en 2 etapas:

### **2.5.1.- Etapa I.**

Para esta etapa se utilizaron 4 diferentes láminas de agua sobre la superficie del terreno, variando de  $h_1=1.465\text{cm}$ ,  $h_2=2.930\text{cm}$ ,  $h_3=4.396\text{cm}$ ,  $h_4=5.861\text{cm}$ .

Luego se procedió a:

Primero, se saturó el material agregando diferentes volúmenes de agua y dejando que este se distribuya por toda la porosidad del material. Figura N° A1.17.

Luego ya saturado, se vierte diferentes volúmenes de agua equivalentes a diferentes alturas de agua antes mencionadas, sobre la superficie.

Cada vez que se vierte un determinado volumen de agua, se toma el tiempo desde que el dren comienza a evacuar, hasta que este deje de gotear. Con la probeta graduada y un cronómetro digital; se mide el volumen de agua evacuado en un intervalo de  $t=5$  seg. durante todo el proceso de evacuación.

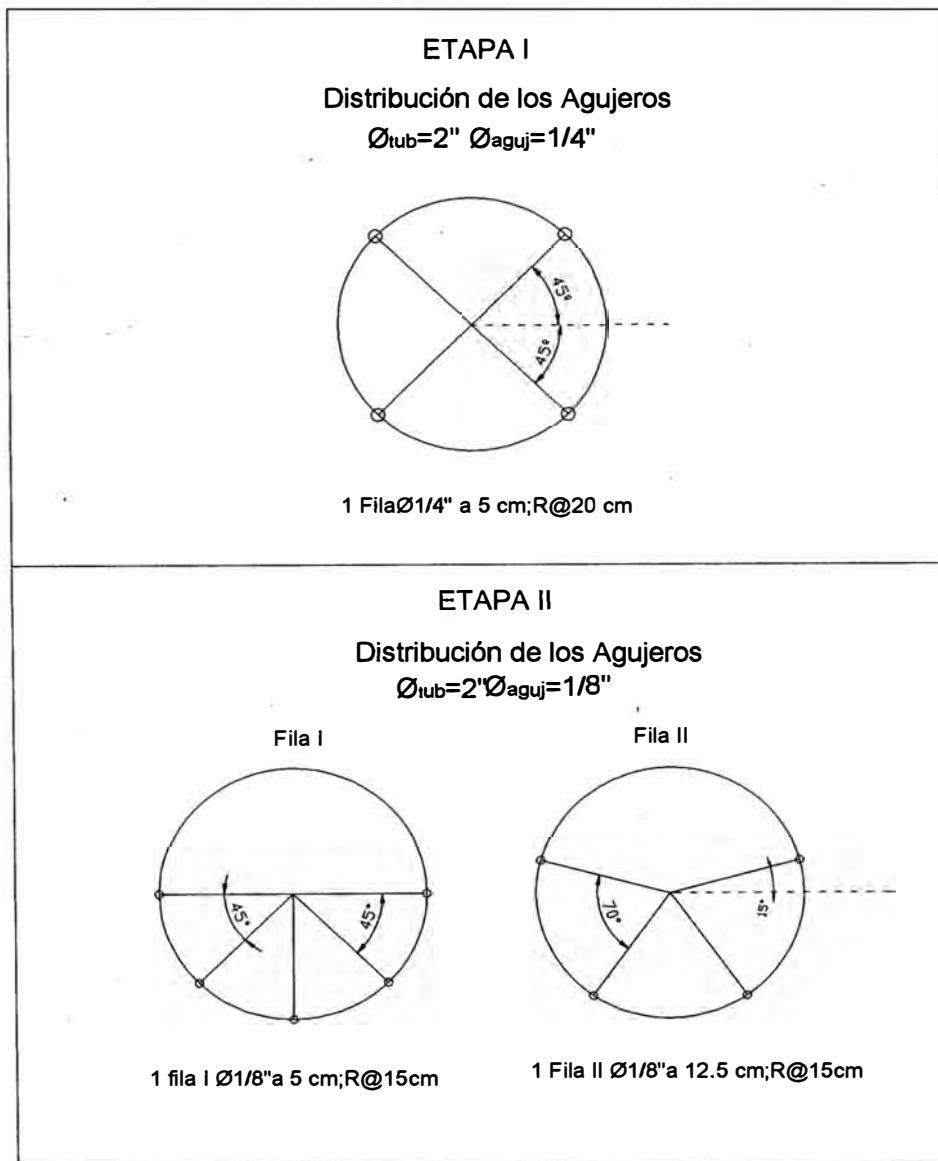
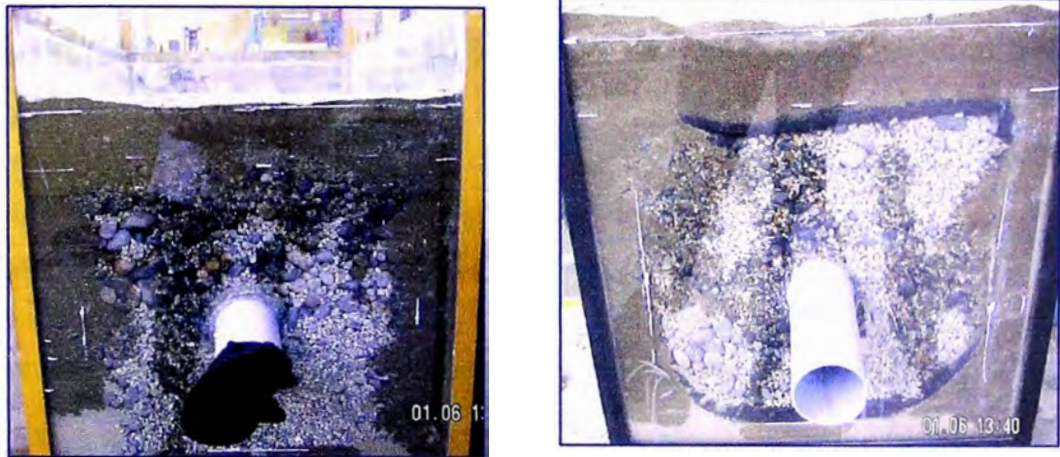


Fig N° A1.16.-Distribución de los agujeros utilizados en las dos etapas.



*Fig N° A1.17.- Se aprecia como se va saturando las muestras*



*Fig N° A1.18.-Se aprecia la evacuación de agua del dren una vez ingresado un determinado volumen de agua.*

Se calcula el volumen total de agua evacuada para el tiempo total medido.  
Se visualiza en las figuras N° A1.18 y A1.19.

### **2.5.2.- Etapa II.**

Para esta etapa se utilizó el sistema C-3 de la etapa I, ya que este fue el más eficiente obtenido. Se compararon dos sistemas de diferente colocación del geocompuesto, para un mismo sistema (M-I) y (M-II), para lo cual se procedió a:

Hacer una nueva distribución de agujeros para estos dos nuevos sistemas.

Saturado el sistema, se procede a agregar volúmenes de agua como en la etapa I.

el caudal de la misma manera que en la etapa I, luego,

Se monitorea. Se calcula el volumen total de agua evacuada para el tiempo medido.

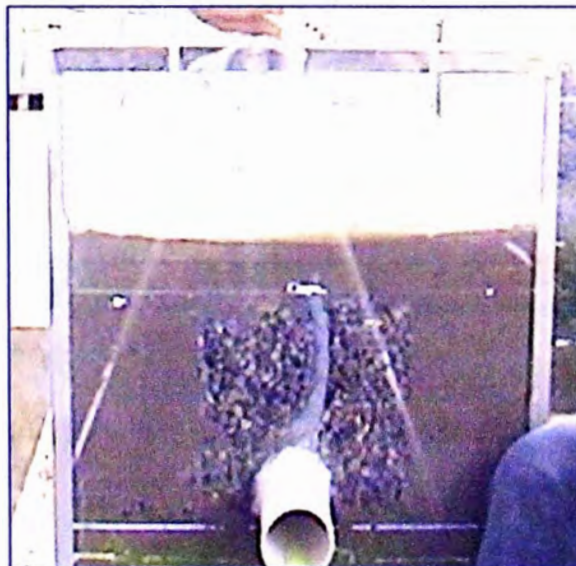
Teniendo en cuenta el cambio en el diámetro y la distribución de los agujeros se comparó el comportamiento del flujo, del caudal y del funcionamiento de los agujeros para las 4 diferentes láminas de agua sobre la superficie, variando de  $h_1= 1.43\text{cm}$ ,  $h_2= 2.86\text{cm}$ ,  $h_3=4.26\text{ cm}$ ,  $h_4= 5.71\text{cm}$ . Lo que se aprecia en la figura N° A1. 20

### **2.5.3.- Prueba para los agujeros.**

Finalizado todos los monitoreos respectivos, se procedió a ejecutar una pequeña prueba empírica del funcionamiento de los agujeros en los tubos dren. Para ello se utilizó una tapa de plexiglás colocada a la salida del tubo dren de uno de los sistemas en la etapa I, se mantiene tapado hasta que el agua llene el tubo. Luego se retira la tapa y se observa el comportamiento de estos.



*Fig N° A1.19.-Se observa el monitoreo del caudal de evacuación.*



*Fig N°A1.20.- Se aprecia como se recarga la muestra a un determinado volumen, para luego proceder al monitoreo respectivo.*

## 2.6.- Resultado de los ensayos

### 2.6.1.- Resultados de los ensayos realizados en la etapa I.-

En esta etapa se obtuvo los caudales de evacuación en función del tiempo de descarga del flujo para las diferentes láminas de agua, los que son mostrados en los cuadros del N° A1.2 al N° A1.13, y figuras del N° A1.21 al A1.32 según el respectivo sistema.

#### 2.6.1.1.- Sistema 1 (C-1):

#### CUADRO N° A1.2

ETAPA I SISTEMA C-1 H = 1.465cm, V = 4 litros

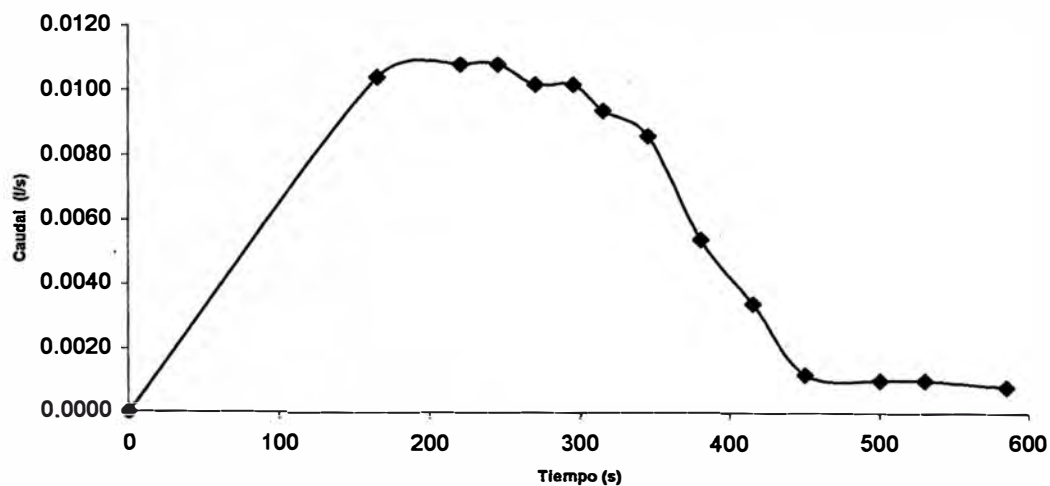
Tiempo	Q (l/seg)	Tiempo	Q (l/seg)
0	0.0000	345	0.0086
165	0.0104	380	0.0054
220	0.0108	415	0.0034
245	0.0108	450	0.0012
270	0.0102	500	0.0010
295	0.0102	530	0.0010
315	0.0094	585	0.0008



**FIGURA N° A1.21**

**SISTEMA C-1, CURVA Q (l/seg) vs. T (seg.)**

**H = 1.465cm.**



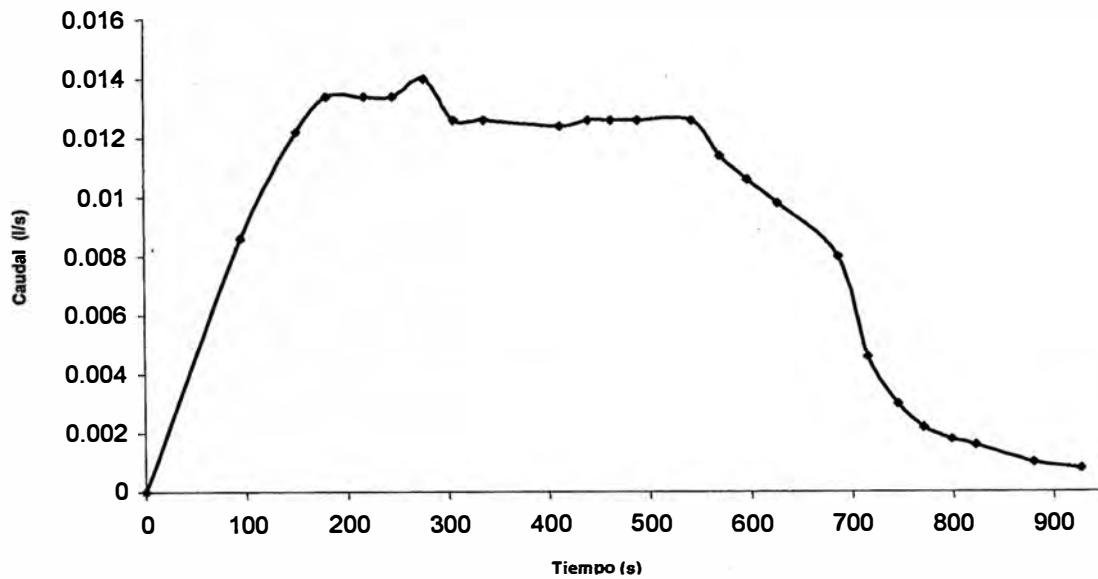
**CUADRO N° A1.3**

**ETAPA I SISTEMA C-1 H = 2.93cm. V = 8 litros**

Tiempo	Q (l/seg)	Tiempo	Q (l/seg)
0	0	540	0.0126
95	0.0086	568	0.0114
150	0.0122	595	0.0106
180	0.0134	625	0.0098
217	0.0134	685	0.0080
245	0.0134	715	0.0046
276	0.0140	745	0.0030
305	0.0126	770	0.0022
335	0.0126	798	0.0018
410	0.0124	822	0.0016
438	0.0126	880	0.0010
460	0.0126	927	0.0008
487	0.0126		

**FIGURA N° A1.22**

**SISTEMA C-1, CURVA Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 2.93cm.**



**CUADRO N° A1.4**

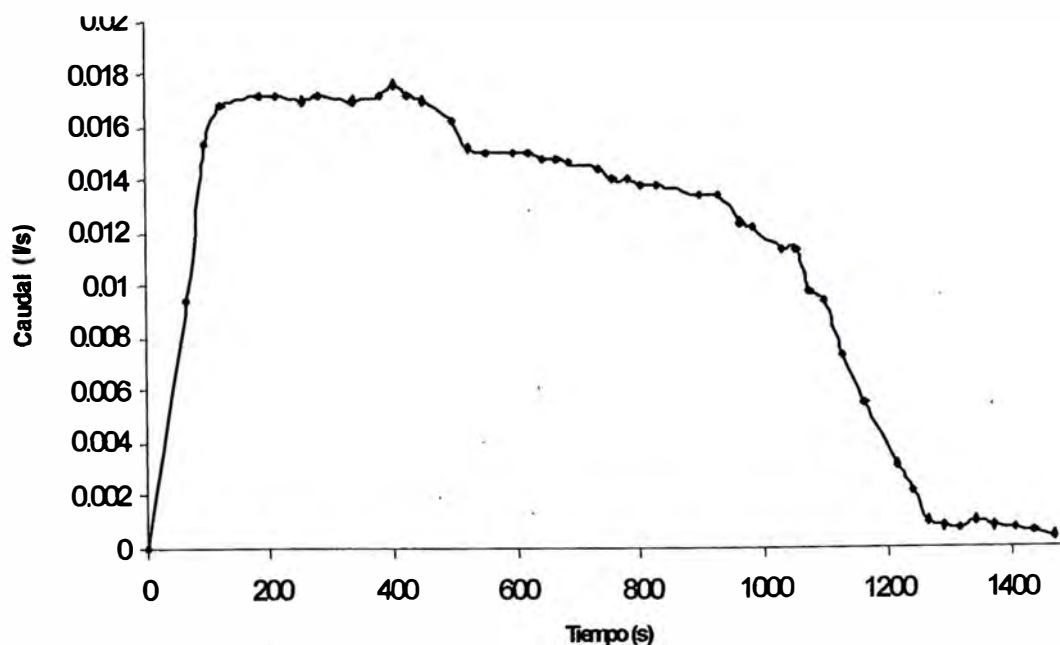
**ETAPA I SISTEMA C-1 H = 4.69cm. V = 12 litros**

Tiempo	Q (l/s)	Tiempo	Q (l/s)
0	0.0000	803	0.0126
98	0.0094	850	0.0118
125	0.0130	900	0.0112
155	0.0146	925	0.0110
215	0.0156	950	0.0088
240	0.0150	980	0.0072
285	0.0148	1010	0.0048
315	0.0150	1055	0.0030
380	0.0146	1092	0.0018
410	0.0144	1122	0.0016
440	0.0142	1155	0.0010
510	0.0136	1185	0.0008
570	0.0132	1210	0.0006
598	0.0134	1243	0.0006
624	0.0130	1278	0.0005
780	0.0124		

**FIGURA N° A1.23**

**SISTEMA C-1, CURVA Q (l/seg.) vs. T (seg.)**

**H = 4.69cm.**



**CUADRO N° A1.5**

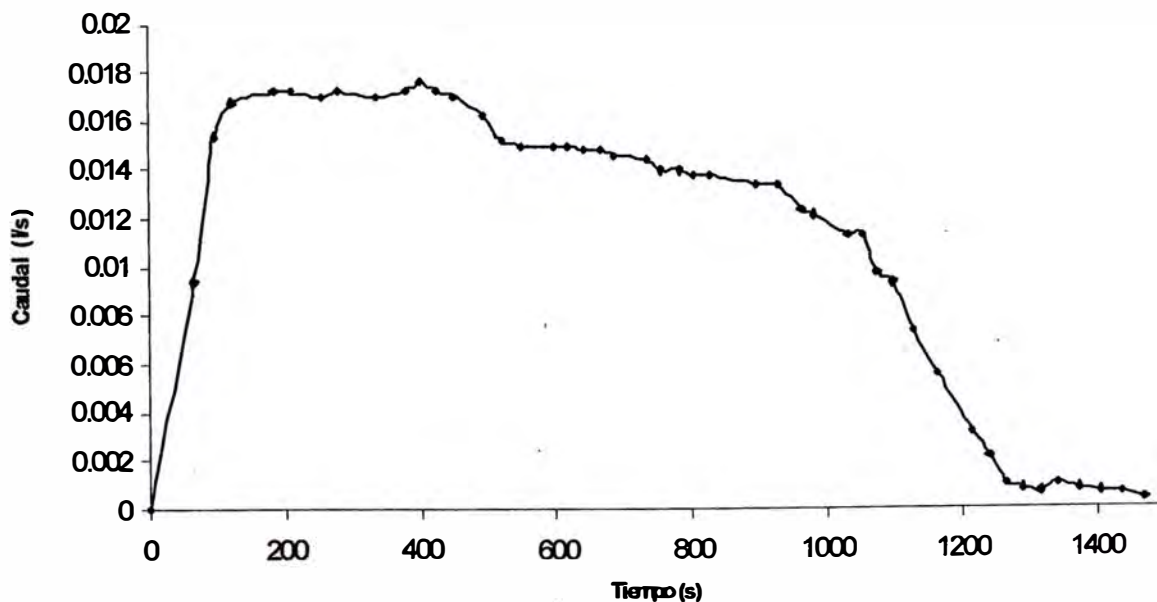
**ETAPA I SISTEMA C-1 H = 5.86cm. V = 16 litros**

Tiempo	Q (l/seg)	Tiempo	Q (l/seg)	Tiempo	Q (l/seg)
0	0.0000	594	0.0150	1070	0.0098
67	0.0094	616	0.0150	1094	0.0094
97	0.0154	638	0.0148	1125	0.0074
123	0.0168	662	0.0148	1160	0.0056
184	0.0172	683	0.0146	1214	0.0032
210	0.0172	730	0.0144	1239	0.0022
253	0.0170	752	0.0140	1265	0.0010
278	0.0172	778	0.0140	1290	0.0008
334	0.0170	799	0.0138	1315	0.0007
377	0.0172	824	0.0138	1340	0.0010
399	0.0176	893	0.0134	1373	0.0008
423	0.0172	924	0.0134	1405	0.0007
448	0.0170	958	0.0124	1438	0.0006
492	0.0162	977	0.0122	1471	0.0004
518	0.0152	1026	0.0114		
547	0.0150	1048	0.0114		

**FIGURA N° A1.24**

**SISTEMA C-1, CURVA Q (l/seg.) vs. T (seg.)**

**H = 5.86cm.**



**2.6.1.2.- Sistema 2 (C-2):**

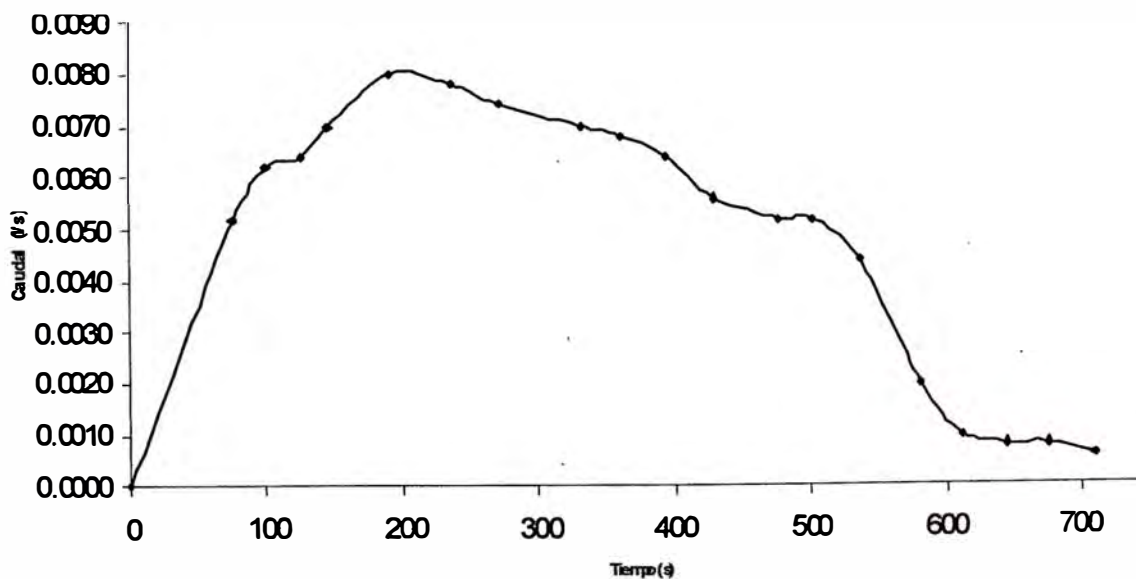
**CUADRO N° A1.6**

**ETAPA I: SISTEMA (C-2) H =1.465cm.**

Tiempo	Q (l/seg)	Tiempo	Q (l/seg)
0	0.0000	392	0.0064
75	0.0052	428	0.0056
100	0.0062	475	0.0052
125	0.0064	500	0.0052
145	0.0070	535	0.0044
190	0.0080	580	0.0020
235	0.0078	611	0.0010
270	0.0074	645	0.0008
330	0.0070	675	0.0008
360	0.0068	710	0.0006

**FIGURA N° A1.25**

**SISTEMA C-2, CURVA Q (l/seg.) vs. T (seg.)**  
**H = 1.465cm.**



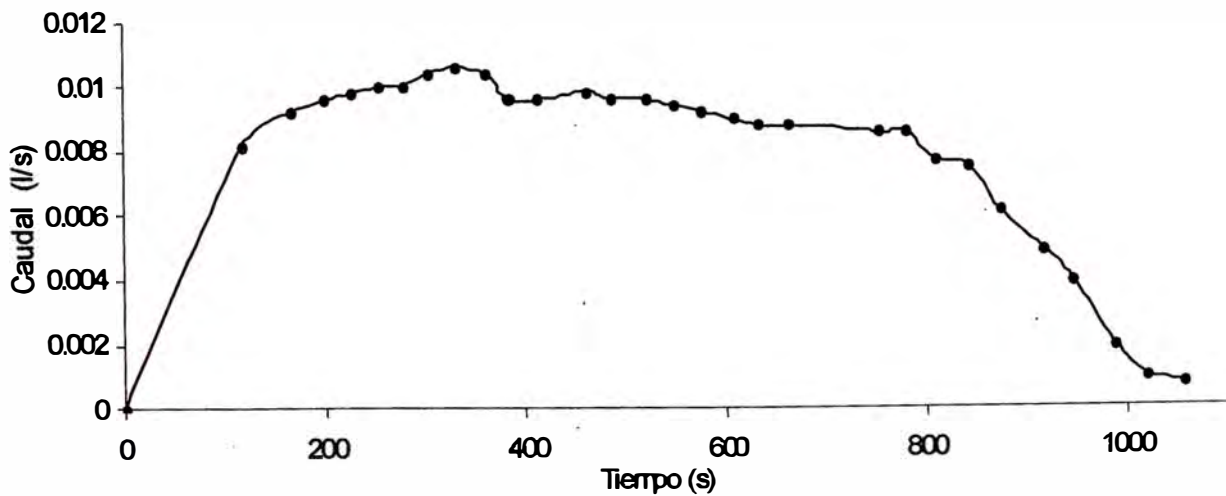
**CUADRO N° A1.7**

**ETAPA I: SISTEMA (C-2) H = 2.93cm. V = 8 litros**

Tiempo	Q (l/seg)	Tiempo	Q (l/seg)
0	0.0000	545	0.0094
118	0.0082	573	0.0092
165	0.0092	605	0.0090
200	0.0096	630	0.0088
225	0.0098	660	0.0088
252	0.0100	750	0.0086
277	0.0100	777	0.0086
303	0.0104	805	0.0078
330	0.0106	838	0.0076
360	0.0104	871	0.0062
382	0.0096	915	0.0050
410	0.0096	945	0.0040
460	0.0098	988	0.0020
485	0.0096	1020	0.0010
518	0.0096	1058	0.0008

**FIGURA N° A1.26**

**SISTEMA C-2, CURVA Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 2.93 cm.**



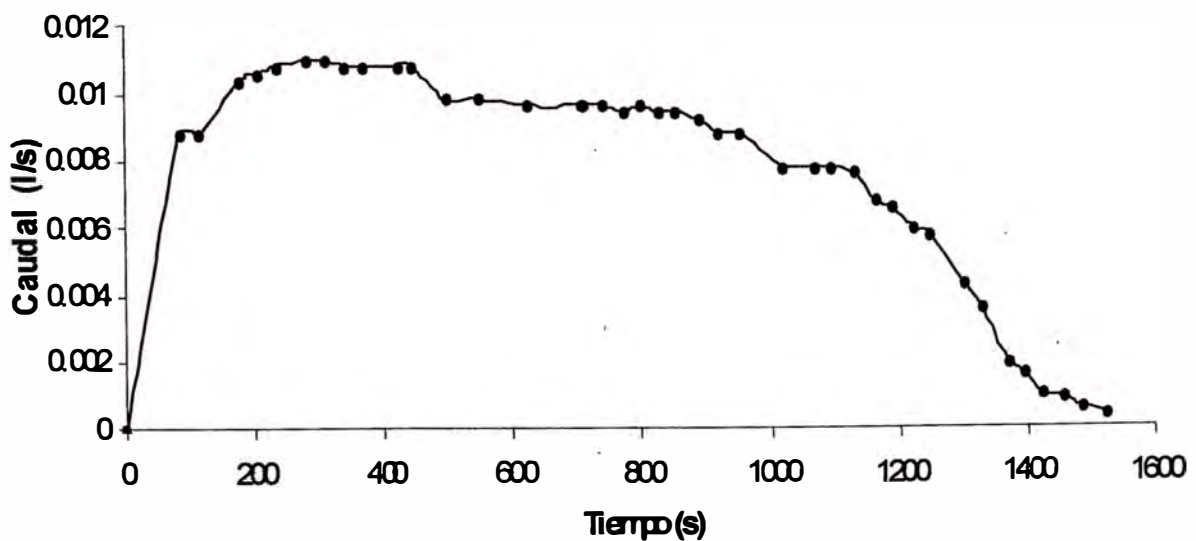
**CUADRO N° A1.8**

**ETAPA I: SISTEMA (C-2) H = 4.396cm. V = 12 litros**

Tiempo	Q (l/seg)	Tiempo	Q (l/seg)	Tiempo	Q (l/seg)
0	0.0000	545	0.0098	1088	0.0078
85	0.0088	622	0.0096	1125	0.0076
115	0.0088	705	0.0096	1160	0.0068
178	0.0104	735	0.0096	1186	0.0066
207	0.0106	769	0.0094	1242	0.0058
235	0.0108	795	0.0096	1295	0.0044
280	0.0110	823	0.0094	1325	0.0036
307	0.0110	850	0.0094	1367	0.0020
340	0.0108	885	0.0092	1394	0.0016
368	0.0108	915	0.0088	1419	0.0010
420	0.0108	950	0.0088	1453	0.0009
443	0.0108	1015	0.0078	1485	0.0006
495	0.0098	1063	0.0078	1520	0.0004

**FIGURA N° A1.27**

**SISTEMA C-2, CURVA Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 4.396cm.**



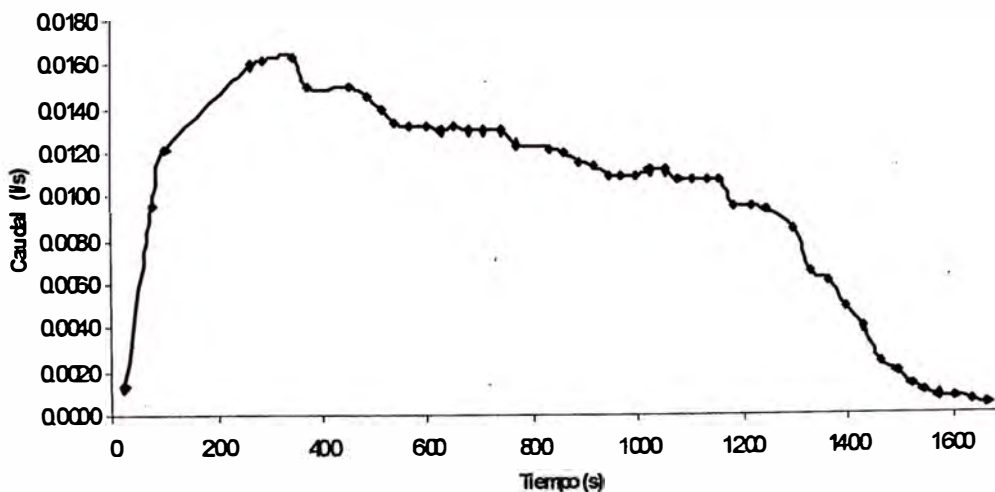
**CUADRO N° A1.9**

**ETAPA I: SISTEMA (C-2) H = 5.86cm. V = 16 litros**

Tiempo	Q (l/seg)	Tiempo	Q (l/seg)	Tiempo	Q (l/seg)
0	0.0000	705	0.0130	1178	0.0096
23	0.0013	739	0.0130	1212	0.0096
75	0.0096	768	0.0124	1239	0.0094
102	0.0122	828	0.0122	1294	0.0086
265	0.0160	856	0.0120	1325	0.0066
286	0.0162	885	0.0116	1360	0.0062
343	0.0164	913	0.0114	1392	0.0050
373	0.0150	940	0.0110	1428	0.0040
450	0.0150	965	0.0110	1460	0.0024
482	0.0146	992	0.0110	1493	0.0020
510	0.0140	1019	0.0112	1521	0.0014
535	0.0134	1050	0.0112	1544	0.0010
563	0.0132	1075	0.0108	1572	0.0008
599	0.0132	1102	0.0108	1605	0.0007
623	0.0130	1128	0.0108	1638	0.0006
649	0.0132	1153	0.0108	1668	0.0004
675	0.0130				

**FIGURA N° A1.28**

**SISTEMA C-2, CURVA Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 5.86cm.**





**2.6.1.3.- Sistema 3 (C-3):**

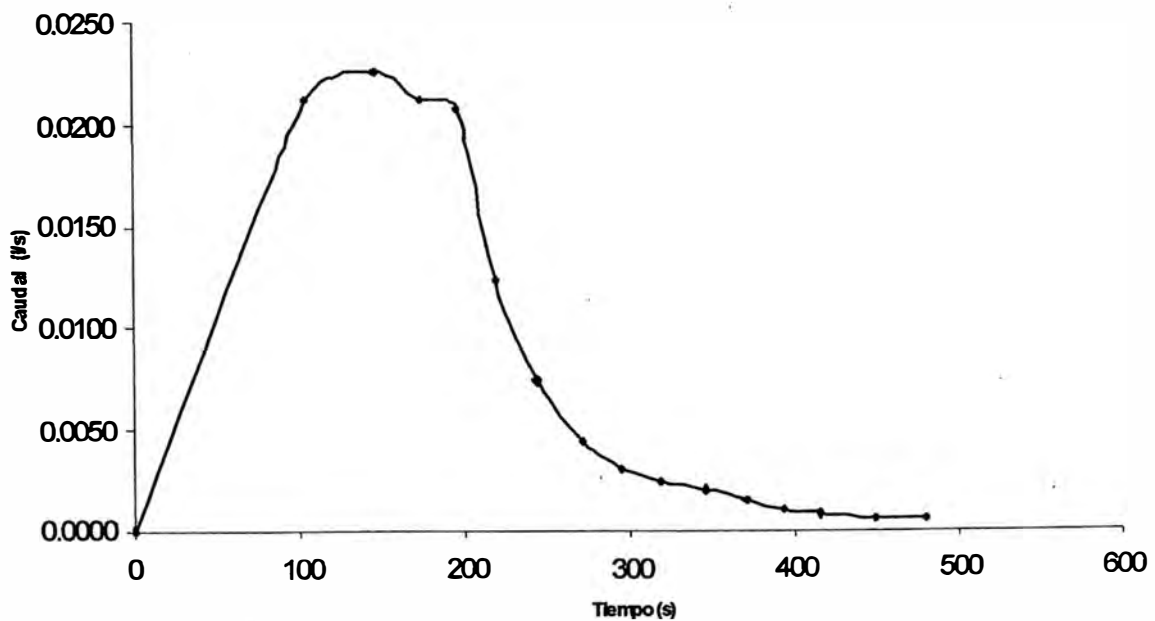
**CUADRO N° A1.10**

**ETAPA I: SISTEMA (C-3) H = 1.46cm. V = 4 litros**

Tiempo	Q (l/seg)	Tiempo	Q (l/seg)
0	0.0000	295	0.0030
104	0.0212	318	0.0024
145	0.0226	346	0.0020
173	0.0212	370	0.0014
195	0.0208	393	0.0010
218	0.0124	415	0.0008
243	0.0074	449	0.0006
271	0.0044	479	0.0006

**FIGURA N° A1.29**

**SISTEMA C-3, CURVA Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 1.465cm.**



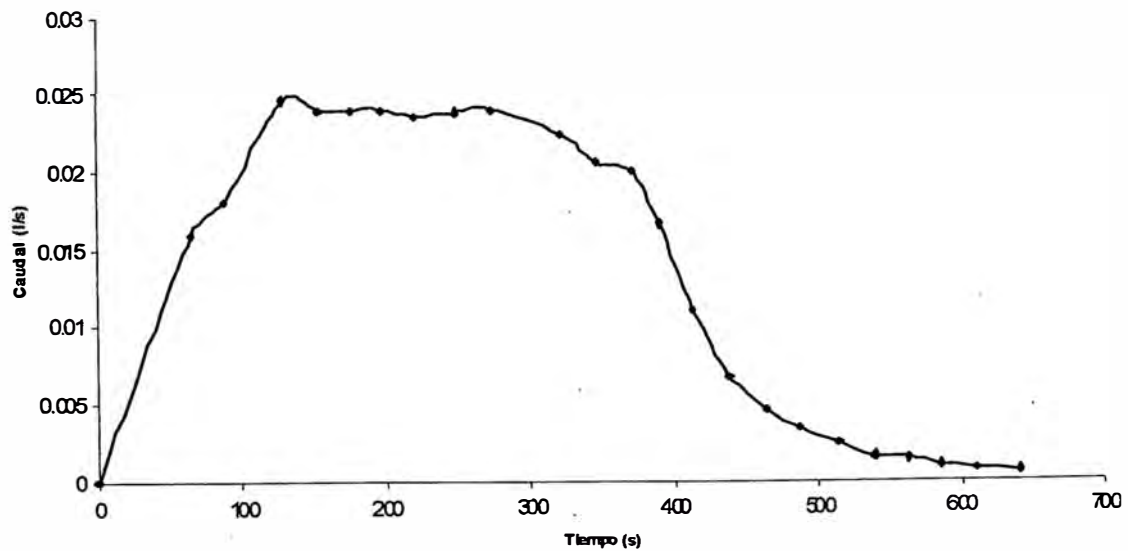
**CUADRO N° A1.11**

**ETAPA I: SISTEMA (C-3) H = 2.93cm. V = 8 litros**

Tiempo	Q (l/seg)	Tiempo	Q (l/seg)
0	0.0000	370	0.0200
66	0.0160	390	0.0166
88	0.0180	413	0.0110
129	0.0246	438	0.0068
154	0.0240	464	0.0046
176	0.0240	487	0.0034
197	0.0240	514	0.0024
220	0.0236	539	0.0016
248	0.0238	563	0.0014
273	0.0240	585	0.0010
321	0.0224	611	0.0008
345	0.0206	641	0.0006

**FIGURA N° A1.30**

**SISTEMA C-3, CURVA Q (l/seg.) Vs. T (seg.) H = 2.93cm**



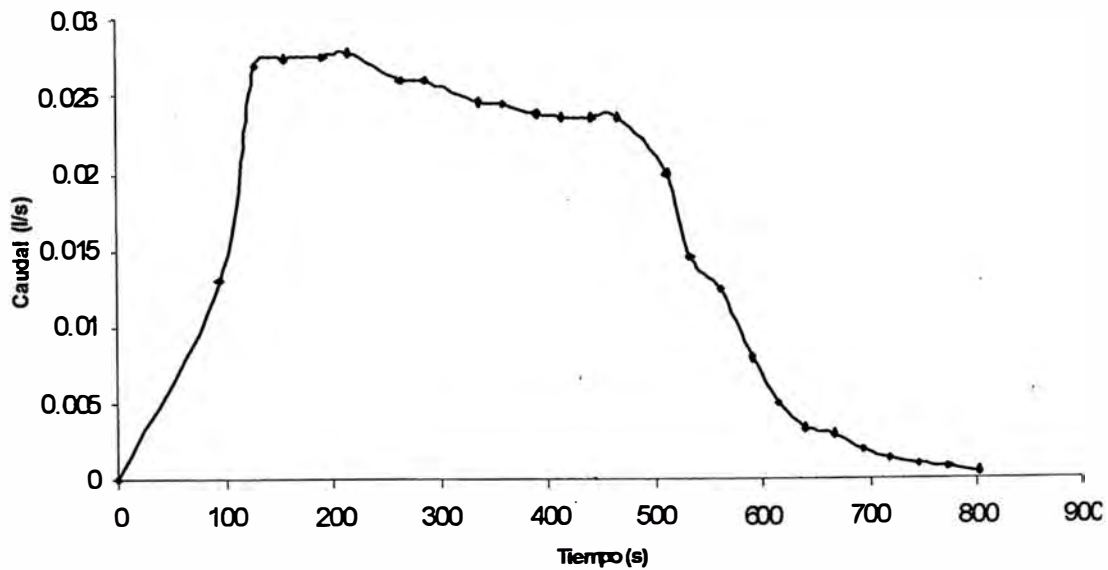
**CUADRO N° A1.12**

**ETAPA I: SISTEMA (C-3) H = 4.396cm. V = 12 litros**

Tiempo	Q (l/seg)	Tiempo	Q (l/seg)
0	0.0000	465	0.0236
95	0.0130	510	0.0200
128	0.0270	532	0.0146
155	0.0274	560	0.0124
191	0.0276	590	0.0080
214	0.0278	615	0.0050
263	0.0260	640	0.0034
285	0.0260	666	0.0030
336	0.0246	694	0.0020
358	0.0244	719	0.0014
389	0.0238	745	0.0010
413	0.0236	774	0.0008
440	0.0236	803	0.0005

**FIGURA N° A1.31**

**SISTEMA C-3, CURVA Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 4.396cm.**



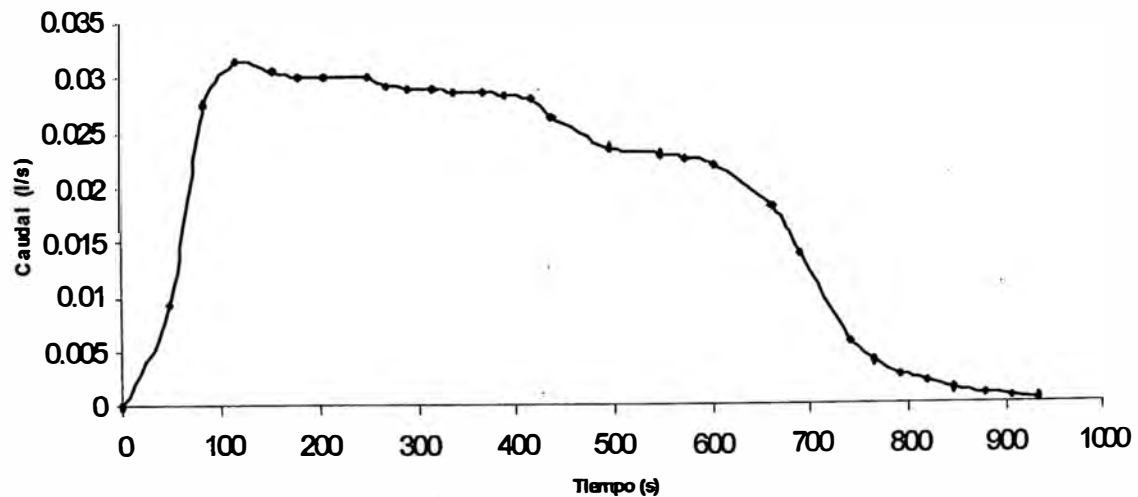
**CUADRO N° A1.13**

**ETAPA I: SISTEMA (C-3) H = 5.86cm. V = 16 litros**

Tiempo	Q (l/seg)	Tiempo	Q (l/seg)
0	0.0000	436	0.0264
48	0.0093	495	0.0236
84	0.0276	547	0.0230
117	0.0314	571	0.0226
153	0.0306	601	0.0220
180	0.0300	660	0.0182
205	0.0300	688	0.0140
250	0.0300	740	0.0060
269	0.0292	765	0.0040
291	0.0290	792	0.0028
316	0.0290	818	0.0022
337	0.0286	847	0.0014
366	0.0286	879	0.0010
388	0.0284	906	0.0007
415	0.0280	933	0.0005

**FIGURA N° A1.32**

**SISTEMA C-3, CURVA Q (l/seg.) vs. T (seg.) H = 5.86cm.**



## 2.7.- Análisis de los resultados obtenidos:

El Análisis del resultado de los ensayos se realizará solamente para las alturas  $h=1.465$  cm y  $h=5.86$ cm siendo estas la mínima y máxima respectivamente, ya que las alturas intermedias presentan un comportamiento similar a las analizadas.

### 2.7.1 Etapa I

#### 2.7.1.1 Para $H = 1.46$ cm. $V = 4$ lt.

##### Sistema C-1

Para el sistema con filtro de grava (C-1) se observa que el caudal de evacuación es máxima con un valor de  $q_{\max}=0.00108$  l/seg. en un rango de tiempo de  $t=220$ seg. y  $t=245$ seg. una bajada en los  $t=450$ seg. y un caudal mínimo de  $q_{\min}=0.0008$  l en un tiempo  $t=585$ seg. desde el comienzo de la evacuación. Obteniendo un caudal promedio de  $q_{\text{promedio}}= 0.0059$  l/seg. Al término del ensayo se obtuvo un volumen total evacuado de  $V_{TE}=3.90$  l en un tiempo  $t=595$ seg.

##### Sistema C-2

Para el sistema con filtro de grava y geotextil (C-2) se observa que el caudal de evacuación es máxima con un valor de  $q_{\max}=0.0080$  lt/seg. en un tiempo  $t=190$ seg. donde el caudal se presenta con valores bajos, encontrando una bajada del caudal a partir de  $t=580$ seg. manteniéndose casi constante hasta alcanzar un valor mínimo de  $q_{\min}=0.0006$  lt/seg. en un tiempo  $t=710$ seg. Obteniendo un caudal promedio de  $q_{\text{promedio}}=0.0047$  lt/seg. Al término del ensayo se obtuvo un volumen total evacuado de  $V_{TE} =3500$  l en un tiempo  $t=720$ seg.

##### Sistema C-3

Para el sistema con filtro Mac Drain (C-3) se observa que el caudal de evacuación es máxima con un valor de  $q_{\max}=0.0226$  l/seg. en un tiempo  $t=145$ seg. presentando en este sistema valores relativamente altos, encontrando

una bajada del caudal a partir de  $t=218\text{seg.}$  con un caudal de  $q=0.0124\text{ l/seg.}$  y  $q=0.0074\text{ l/seg.}$  respectivamente, manteniéndose un decrecimiento gradual hasta alcanzar un valor mínimo de  $q_{\min}=0.0006\text{ l/seg.}$  en un tiempo  $t=479\text{seg.}$  Obteniendo un caudal promedio de  $q_{\text{promedio}}=0.0076\text{ l/seg.}$  Al término del ensayo se logra un volumen total evacuado de  $V_{TE}=3.480\text{ l}$  en un tiempo  $t=485\text{seg.}$

### 2.7.1.2 Para $H = 5.86\text{cm.}$ $V = 16\text{ lt.}$

#### Sistema C-1

Para el sistema con filtro de grava (C-1) se observa que el caudal de evacuación es máxima con un valor de  $q_{\max}=0.00176\text{ l/seg.}$  en un tiempo  $t=399\text{seg.}$  una bajada en un tiempo  $t=1094\text{seg.}$  con un caudal de  $q=0.0094\text{ l/seg.}$  un caudal mínimo de  $q_{\min}=0.0004\text{ l/seg.}$  en un tiempo  $t=1471\text{seg.}$  y un caudal promedio de  $q_{\text{promedio}}=0.0112\text{ l/seg.}$  Al término del ensayo se obtuvo un volumen total evacuado de  $V_{TE}=15.606\text{ l}$  en un tiempo  $t=1485\text{seg.}$

#### Sistema C-2

Para el sistema con filtro de grava y geotextil (C-2) se observa que el caudal de evacuación es máxima con un valor de  $q_{\max}=0.0174\text{ l/seg.}$  en un tiempo  $t=265\text{seg.}$  donde el caudal se presenta con valores bajos, encontrando una baja del caudal en un tiempo  $t=1294\text{seg.}$  hasta  $t=1460\text{seg.}$  con caudales que varían de  $q=0.0086\text{ l/seg.}$  hasta  $q=0.0024\text{ l/seg.}$  respectivamente, manteniéndose casi constante hasta alcanzar un valor mínimo de  $q_{\min}=0.0004\text{ l/seg.}$  en  $t=1668\text{seg.}$  Obteniendo un caudal promedio de  $q_{\text{promedio}}=0.0096\text{ l/seg.}$  Al término del ensayo se obtuvo un volumen total evacuado de  $V_{TE}=15.395\text{ l}$  en un tiempo  $t=720\text{ seg.}$

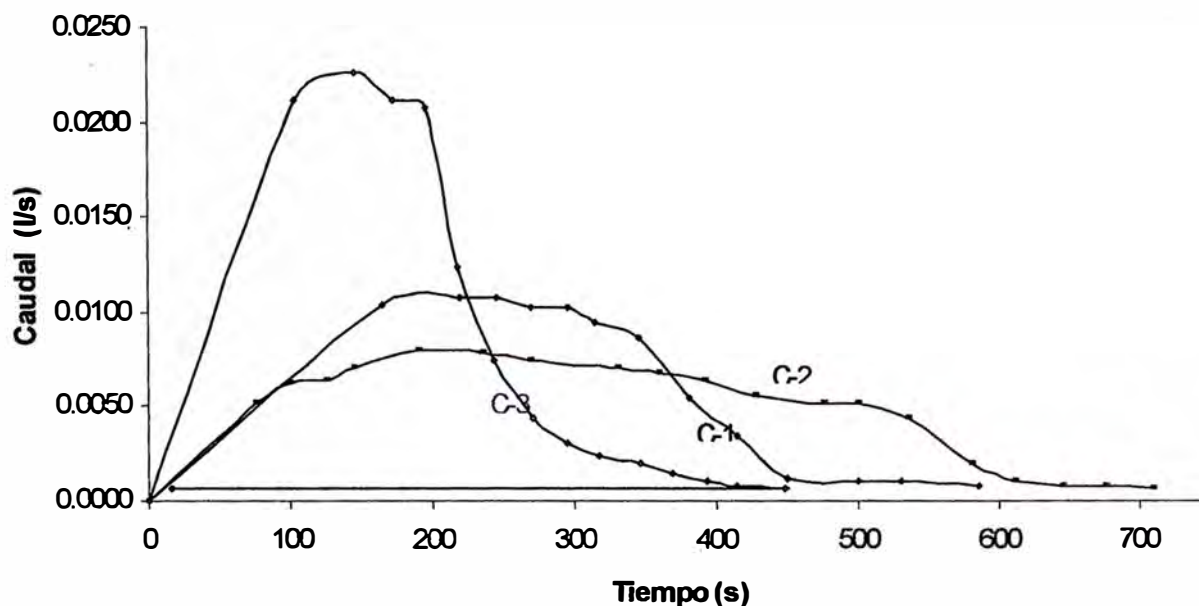
#### Sistema C-3

Para el sistema con filtro Mac Drain (C-3) se observa que el caudal de evacuación es máxima con un valor de  $q_{\max}=0.0314\text{ l/seg.}$  en un tiempo  $t=117\text{seg.}$  presentando valores relativamente altos, encontrando una bajada del caudal en un tiempo  $t=740\text{seg.}$  mostrando caudales menores de  $q=0.0060\text{ l/seg.}$  manteniéndose un decrecimiento gradual hasta alcanzar un valor mínimo de  $q_{\min}=0.0005\text{ l/seg.}$  en un tiempo  $t=933\text{seg.}$  Obteniendo un caudal promedio de

$q_{promedio} = 0.0192$  l/seg. Al término del ensayo se obtuvo un volumen total evacuado de  $V_{TE} = 15.605$  l en un tiempo  $t = 485$  seg. Ver figuras N° A1.33 y A1.34

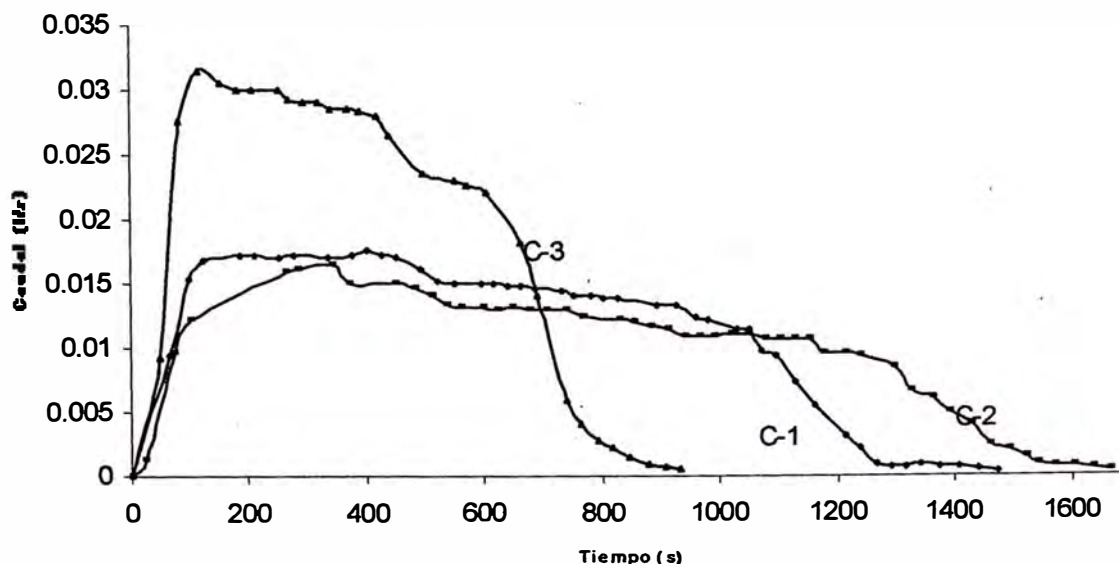
**FIGURA N° A1.33**

**GRÁFICO COMPARATIVO DE LAS CURVAS Q (l/seg.) vs. T (seg.).  
 ETAPA I, H = 1.465cm.**



**FIGURA N° A1.34**

**GRÁFICO COMPARATIVO DE LAS CURVAS Q (l/seg.) vs. T (seg.)  
 ETAPA I, H = 5.86cm.**



## 2.7.2 Etapa II

### 2.7.2.1 Para $H = 1.46\text{cm}$ ; $V = 4\text{ lt.}$

#### Sistema M-I

Para el sistema Mac Drain (M-I) se observa que el caudal de evacuación es máxima con un valor de  $q_{\text{max}} = 0.0154\text{ l/seg.}$  y se mantiene constante en un rango de tiempo desde  $t=130\text{seg.}$  hasta  $t=165\text{seg.}$  con un decrecimiento acelerado y continuo en el tiempo  $t = 190\text{seg.}$  hasta  $t = 385\text{seg.}$  un caudal mínimo de  $q_{\text{min}}=0.0007\text{ l}$  en un tiempo  $t=510\text{seg.}$  desde que comenzó la evacuación, obteniendo un caudal promedio de  $q_{\text{promedio}} = 0.0073\text{ l/seg.}$  Al término del ensayo se obtuvo un volumen total evacuado de  $V_{\text{TE}} = 3.810\text{ l}$  en un tiempo total de  $t = 520\text{ seg.}$

#### Sistema M-II

Para el sistema Mac Drain (M-II) se observa que el caudal de evacuación es máxima con un valor de  $q_{\text{max}} = 0.0122\text{ l/seg.}$  en un tiempo  $t = 190\text{seg.}$  observando una bajada del caudal a partir del tiempo  $t = 230\text{seg.}$  manteniéndose un decrecimiento casi constante hasta estabilizarse un poco con un caudal  $q=0.0020\text{ l/seg.}$  en un tiempo  $t=542\text{seg.}$  hasta llegar a un valor mínimo de  $q_{\text{min}}=0.0008\text{ l/seg.}$  En un tiempo  $t=654\text{seg.}$  obteniendo un caudal promedio de  $q_{\text{promedio}}=0.0062\text{ l/seg.}$  Al término del ensayo se obtuvo un volumen total evacuado de  $V_{\text{TE}}=3.900\text{ l}$  en  $t=720\text{ seg.}$

### 2.7.2.2 Para $H = 5.86\text{cm.}$ $V = 16\text{ ls.}$

#### Sistema M-I

Para el sistema con filtro de grava (M-I) se observa que el caudal de evacuación es máxima con un valor de  $q_{\text{max}}=0.0224\text{ l/seg.}$  en un tiempo  $t=110\text{seg.}$  manteniendo un decrecimiento pausado y equilibrado hasta llegar al tiempo  $t=330\text{seg.}$  donde comienza a presentarse decrecimientos hasta el tiempo  $t=1075\text{seg.}$  hasta llegar a un caudal mínimo de  $q_{\text{min}}=0.0008\text{ l/seg.}$  luego de transcurrir un tiempo  $t=1145\text{seg.}$  obteniendo un caudal promedio de



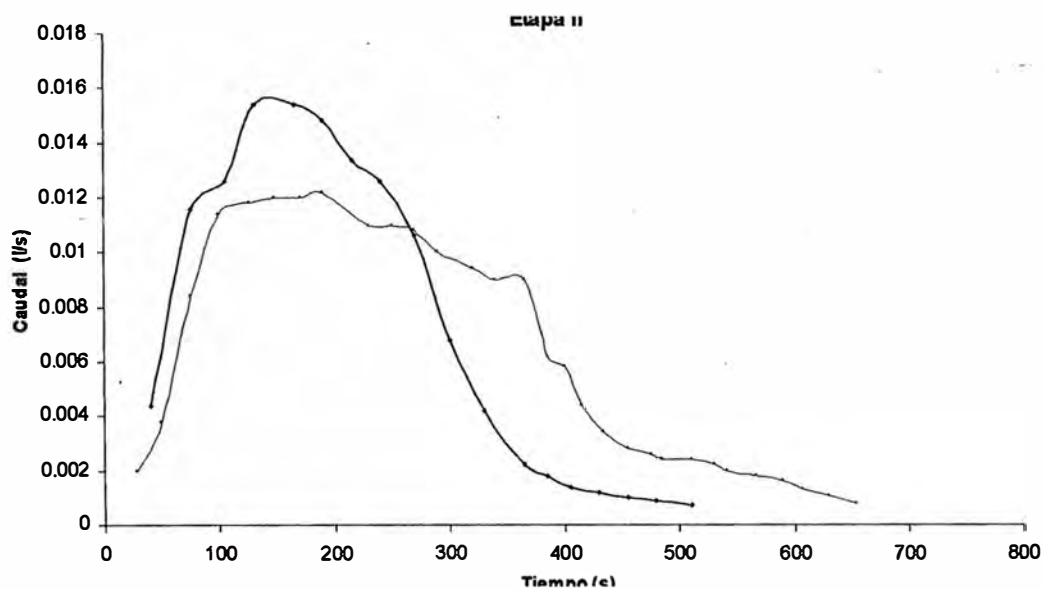
$q_{\text{promedio}}=0.0149$  l/seg. Al término del ensayo se obtuvo un volumen total evacuado de  $V_{\text{TE}}=15.870$  lt. en un tiempo total de  $t=595$  seg.

### **Sistema M-II**

Para el sistema con filtro de grava y geotextil (M-II) se observa que el caudal de evacuación es máxima con un valor de  $q_{\text{max}}=0.0126$  l/seg. en un rango de tiempo desde  $t=215$  seg. hasta  $t=278$  seg. observando un comportamiento casi parejo con descenso equilibrado hasta llegar al tiempo  $t=1619$ seg. donde el caudal comienza a descender rápidamente hasta llegar a un mínimo de  $q_{\text{min}}=0.007$  l/seg. en un tiempo  $t=1874$ seg. Obteniendo un caudal promedio de  $q_{\text{promedio}}=0.0093$  l/seg. Al término del ensayo se obtuvo un volumen total evacuado de  $V_{\text{TE}}=15.675$  lt. en un tiempo total de  $t=1885$ seg. Ver figuras N° A1.35 y A1.36

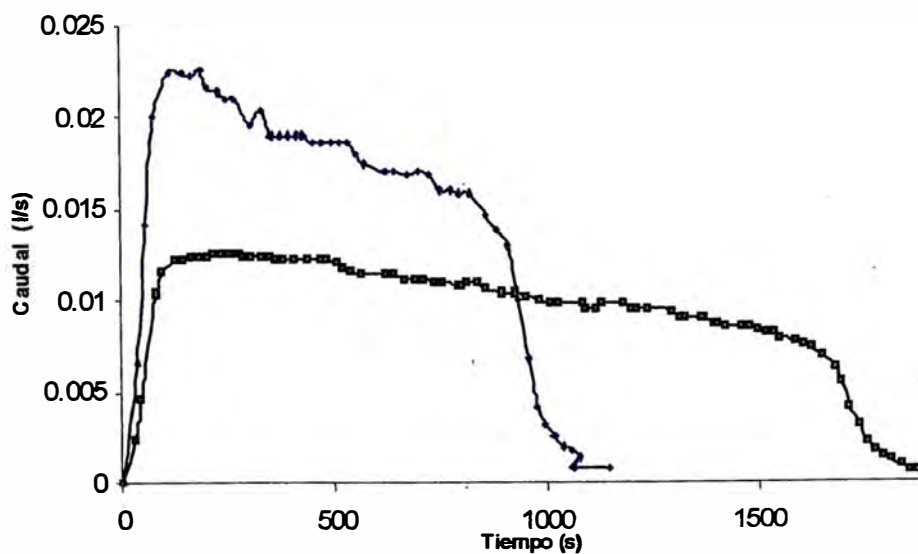
**FIGURA N° A1.35**

**GRÁFICO COMPARATIVO DE LAS CURVAS Q (l/seg.) Vs. T (seg.)  
ENTRE M-I & M-II, ETAPA II, H = 1.465cm.**



**FIGURA N° A1.36**

**GRÁFICO COMPARATIVO DE LAS CURVAS Q (l/seg.) vs. T (seg.)  
ENTRE M-I & M-II, ETAPA II, H = 5.86cm.**



## 2.8 Análisis de los caudales promedios

Luego de realizado el ensayo se calcularon los caudales evacuados en todo el transcurso de la descarga, los cuales ya hemos visto anteriormente aunque, luego se hizo el cálculo del caudal promedio de descarga de cada sistema, para ello utilizamos la ecuación del modulo de drenaje ( $C_d$ ):

$$Q \text{ (l/seg.)} = A \times C_d$$

Donde:

$A \text{ (m}^2\text{)}$  : Área transversal por donde fluye el agua

$C_d \text{ (m/s)}$ : Coeficiente de drenaje

Con lo que se obtuvo los resultados mostrados en los cuadros N° 14 hasta el N°17.

De los cuadros se observa que el caudal de descarga en el sistema C-3 es mayor que los otros dos, para todos los casos. Tomando como referencia los caudales en C-3, se observa que la ventaja de descarga es mínima para un volumen de  $V=4$  litros en 18,12% al caudal evacuado por el sistema C-1 ; y en 32.54% al caudal evacuado por el sistema C-2. Observando una ventaja máxima, para un volumen de  $V=12$  litros, en 37.17% al caudal evacuado por el sistema C-1 y 47.17% al caudal evacuado por el sistema C-2 tal como se aprecia en las figuras N° A1.37 y A1.39 respectivamente.

De esto se puede decir que la tendencia es aumentar a medida que la recarga aumenta, es decir a mayor recarga para drenar la eficiencia de descarga del sistema C-3 será mayor.

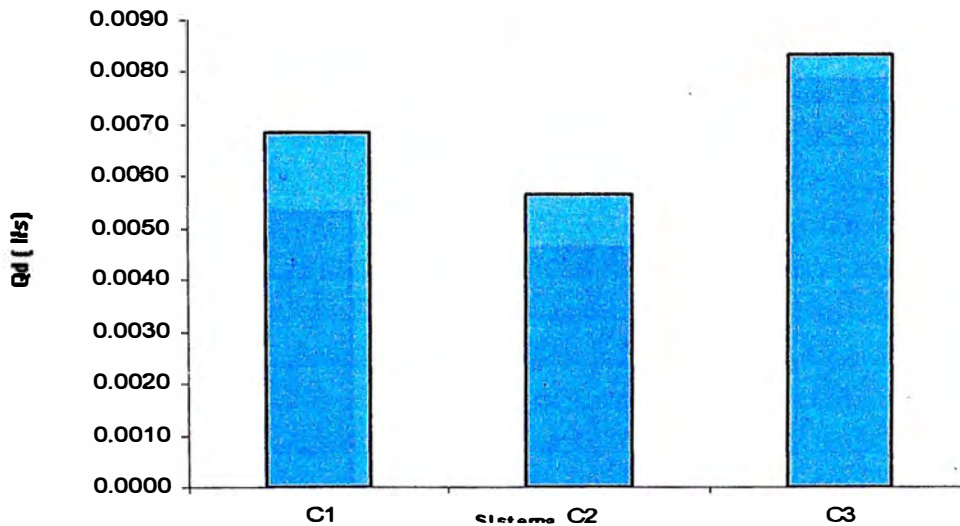
**CUADRO N° A1.14**

**ETAPA I: CAUDALES DE DESCARGA, H = 1.46cm. V = 4 litros**

Sistema	Qd (l/s)	Ad (m <sup>2</sup> )	Cd (m/s)	h ( m )	t (s)	% Q
C1	0.0068	0.273	0.00003	0.0147	585	81.88
C2	0.0056	0.273	0.00002	0.0147	710	67.46
C3	0.0083	0.273	0.00003	0.0147	479	100.00

**FIGURA N° A1.37**

**CAUDALES DE DESCARGA, H = 1.46cm, V = 4 litros**



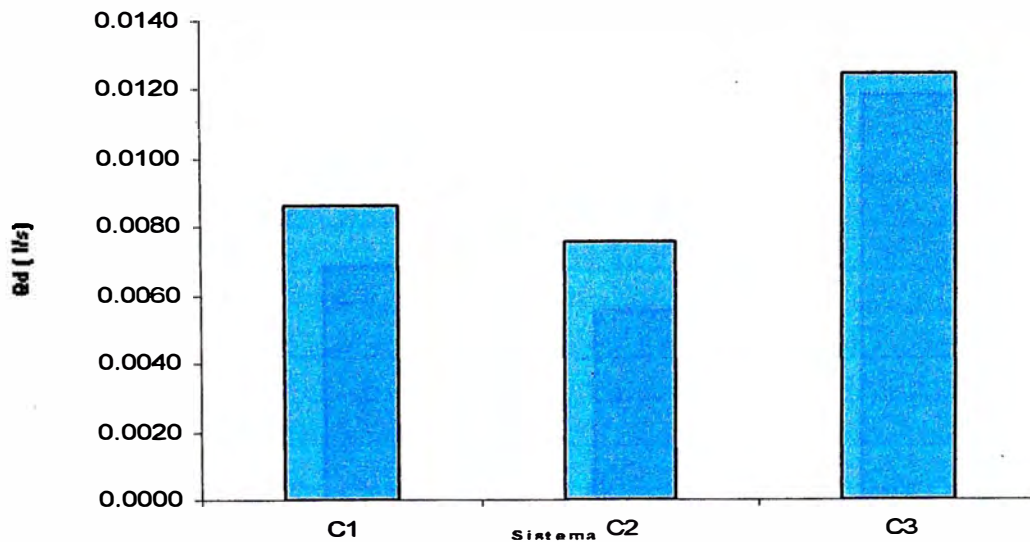
**CUADRO N° A1.15**

**ETAPA I: CAUDALES DE DESCARGA H = 2.93cm. V = 8 litros**

Sistema	Qd (l/s)	Ad (m <sup>2</sup> )	Cd (m/s)	h (m)	t (s)	% Q
C1	0.0086	0.273	0.00003	0.0293	927	69.15
C2	0.0076	0.273	0.00003	0.0293	1058	60.59
C3	0.0125	0.273	0.00005	0.0293	641	100.00

**FIGURA N° A1.38**

**CAUDALES DE DESCARGA H = 2.93cm. V = 8 litros**



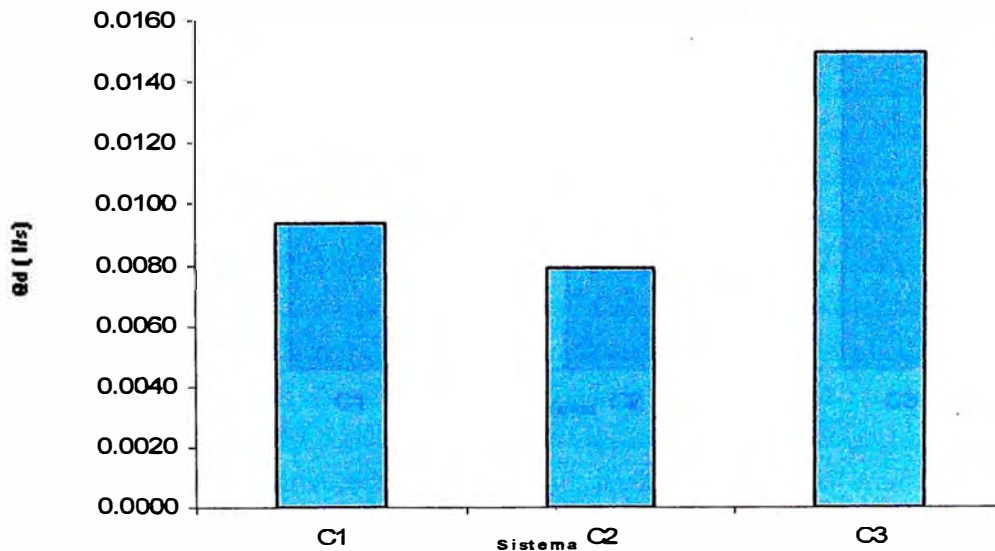
**CUADRO N° A1.16**

**ETAPA I: CAUDALES DE DESCARGA, H = 4.396cm. V = 12 litros**

Sistema	Qd (l/s)	Ad (m <sup>2</sup> )	Cd (m/s)	h ( m )	t (s)	% Q
C1	0.0094	0.273	0.00003	0.044	1278	62.83
C2	0.0079	0.273	0.00003	0.044	1520	52.83
C3	0.0149	0.273	0.00005	0.044	803	100.00

**FIGURA N° A1.39**

**CAUDALES DE DESCARGA H = 4.396 cm. V = 12 litros**



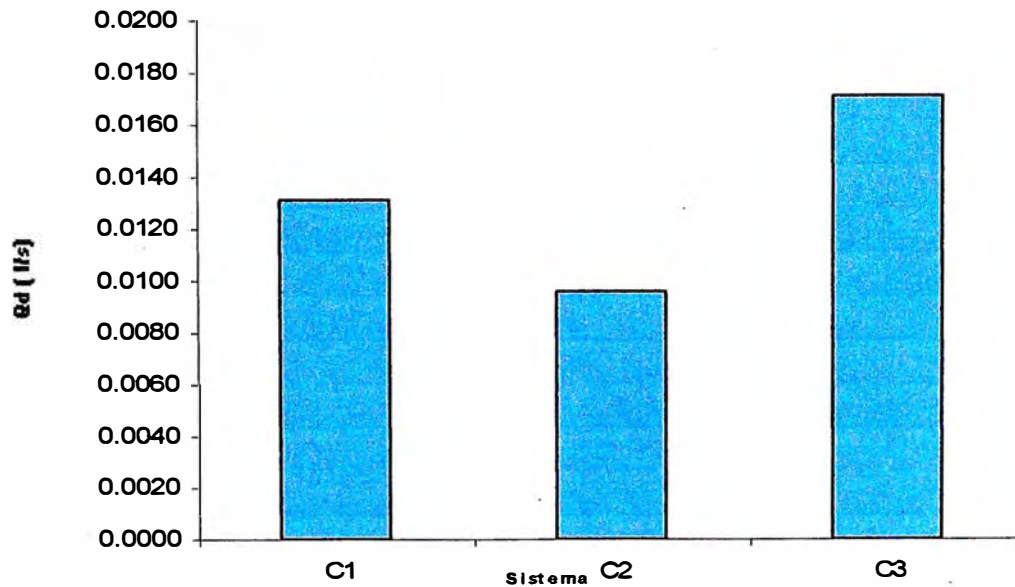
**CUADRO N° A1.17**

**ETAPA I: CAUDALES DE DESCARGA, H = 5.86cm. V = 16 litros**

Sistema	Qd (l/s)	Ad (m <sup>2</sup> )	Cd (m/s)	h ( m )	t (s)	% Q
C1	0.0131	0.273	0.00005	0.0586	1223	76.29
C2	0.0096	0.273	0.00004	0.0586	1668	55.94
C3	0.0171	0.273	0.00006	0.0586	933	100.00

**FIGURA N° A1.40**

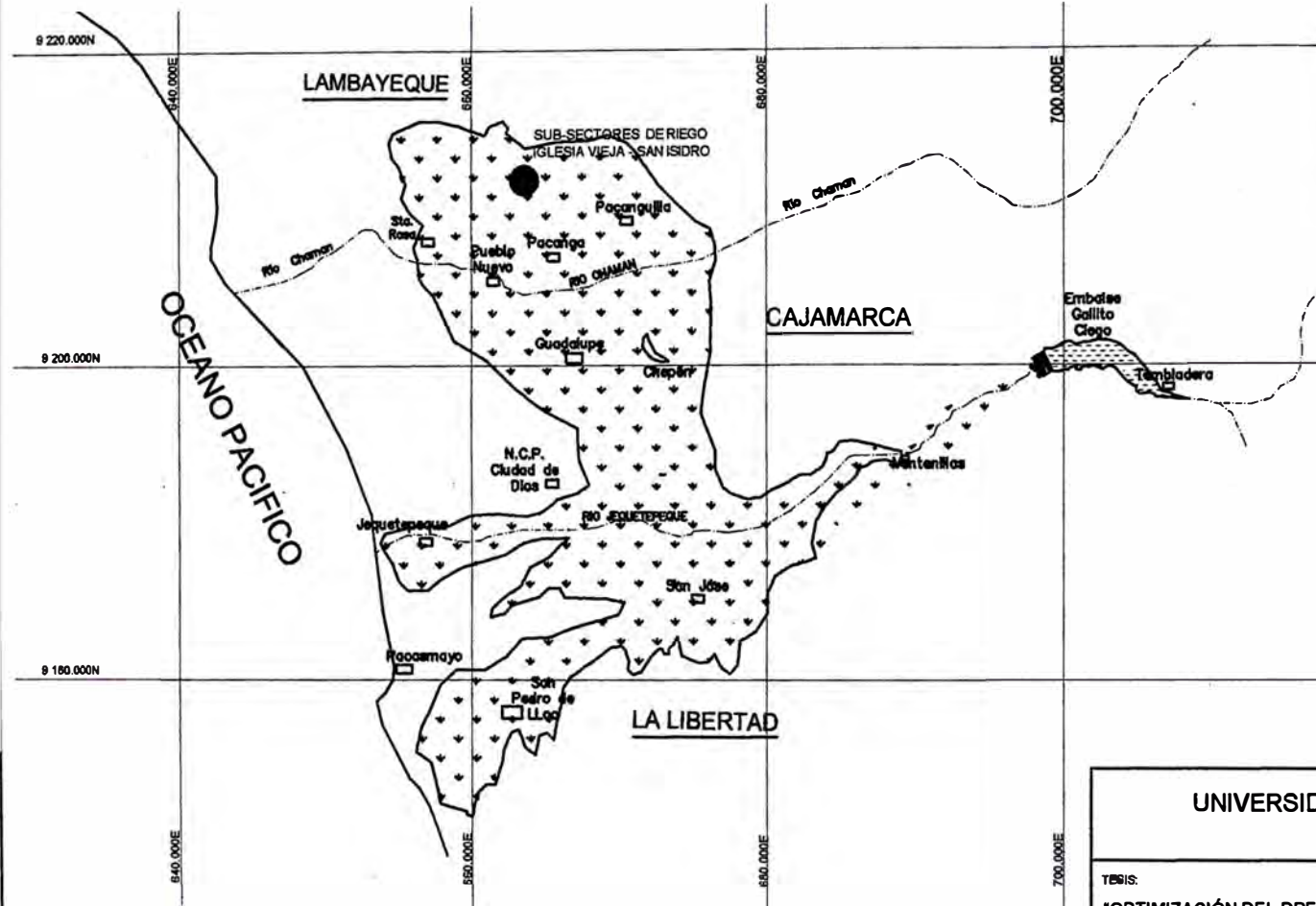
**CAUDALES DE DESCARGA H = 5.86 cm. V = 16 litros**



# PLANOS



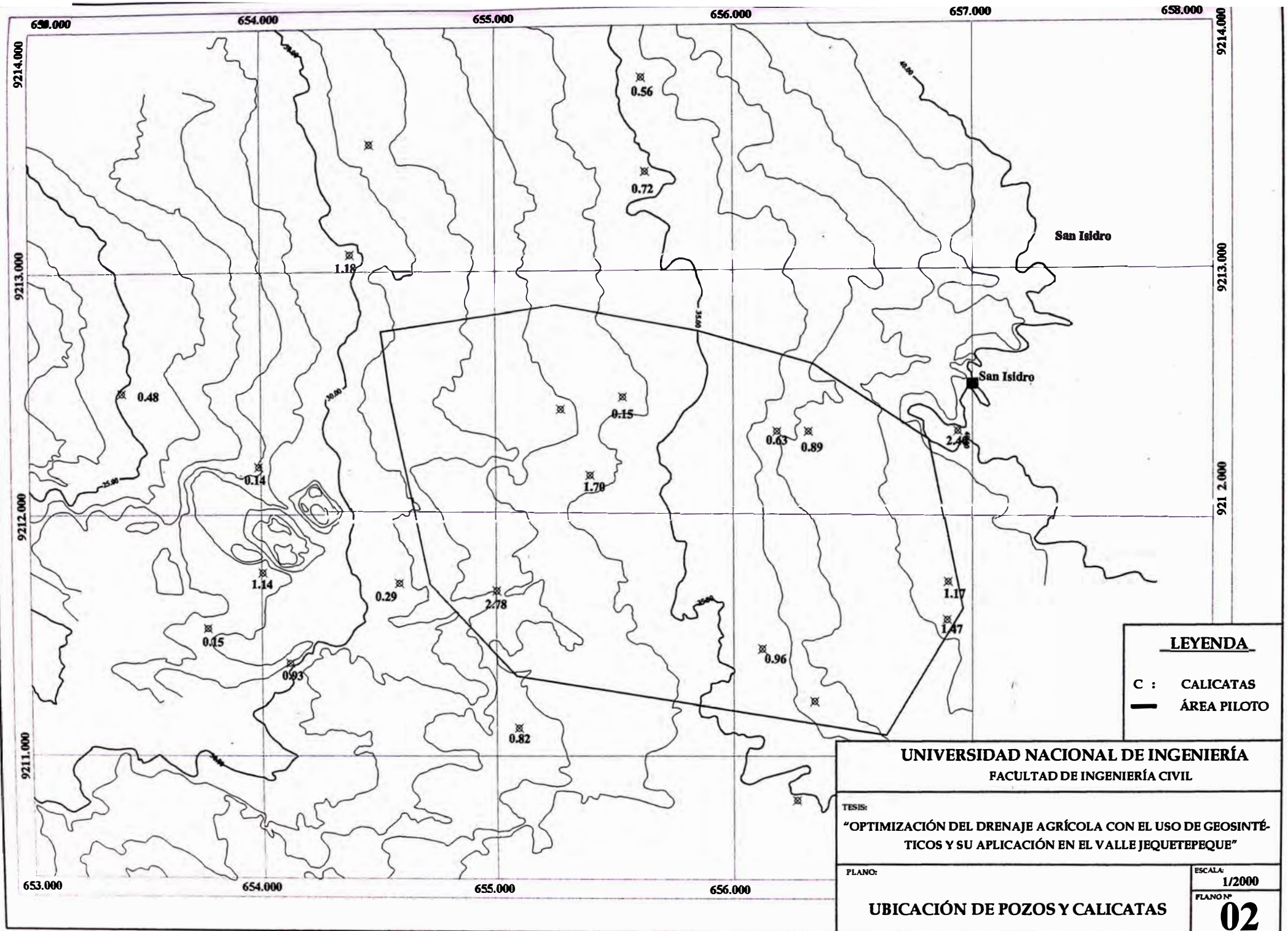
# PLANO DE UBICACION DE LA ZONA EN ESTUDIO



**LEYENDA**

- PUEBLO
- VALLE
- RIO
- ZONA DE ESTUDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: "OPTIMIZACIÓN DEL DRENAJE AGRÍCOLA CON EL USO DE GEOSINTÉTICOS Y SU APLICACIÓN EN EL VALLE JEQUETEPEQUE"	
PLANO:	ESCALA: 1/500000
UBICACIÓN	01



**LEYENDA**

C : CALICATAS

— ÁREA PILOTO

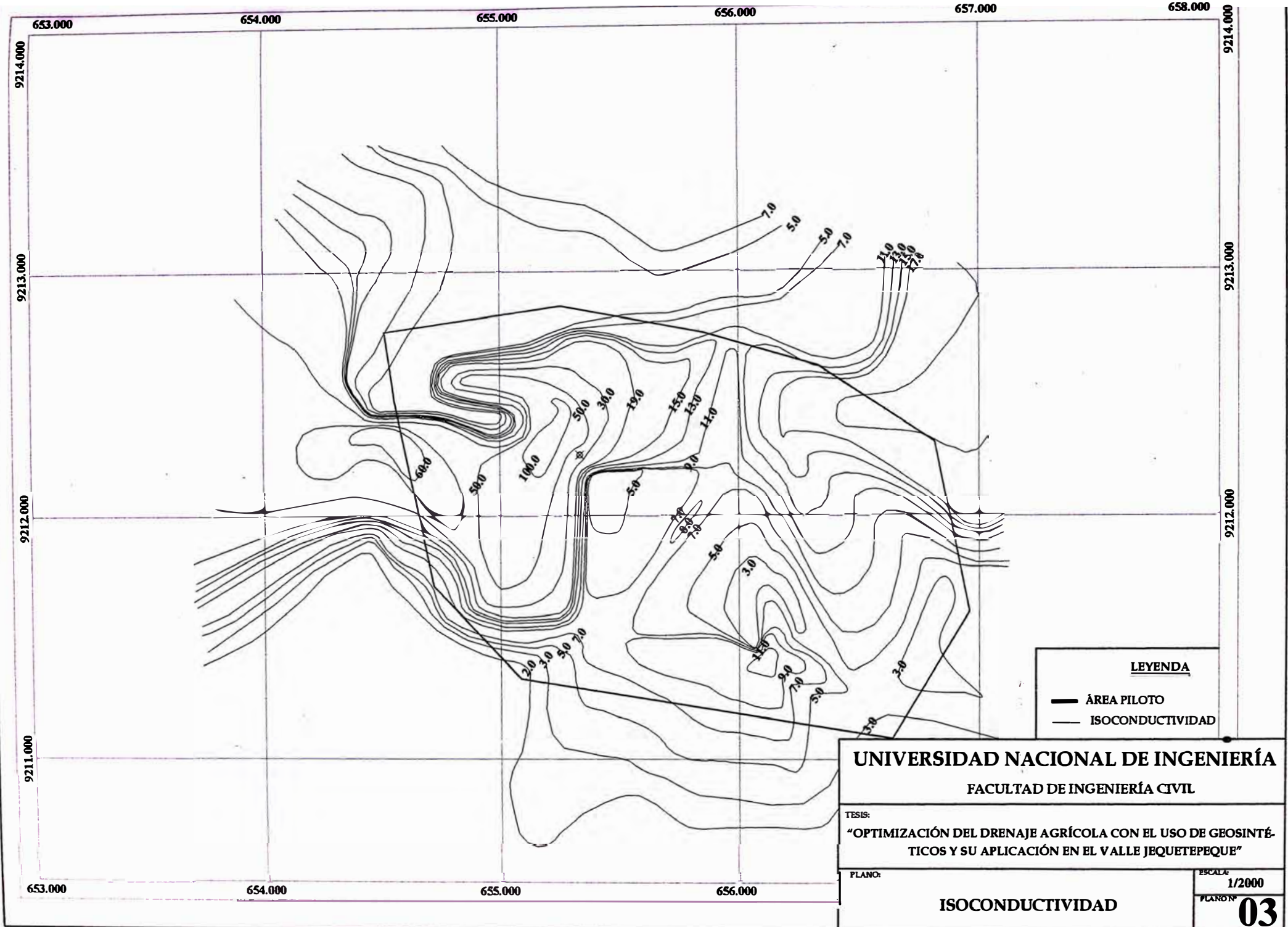
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS:  
 "OPTIMIZACIÓN DEL DRENAJE AGRÍCOLA CON EL USO DE GEOSINTÉTICOS Y SU APLICACIÓN EN EL VALLE JEQUETEPEQUE"

PLANO:  
**UBICACIÓN DE POZOS Y CALICATAS**

ESCALA:  
 1/2000

PLANO Nº  
**02**



**LEYENDA**

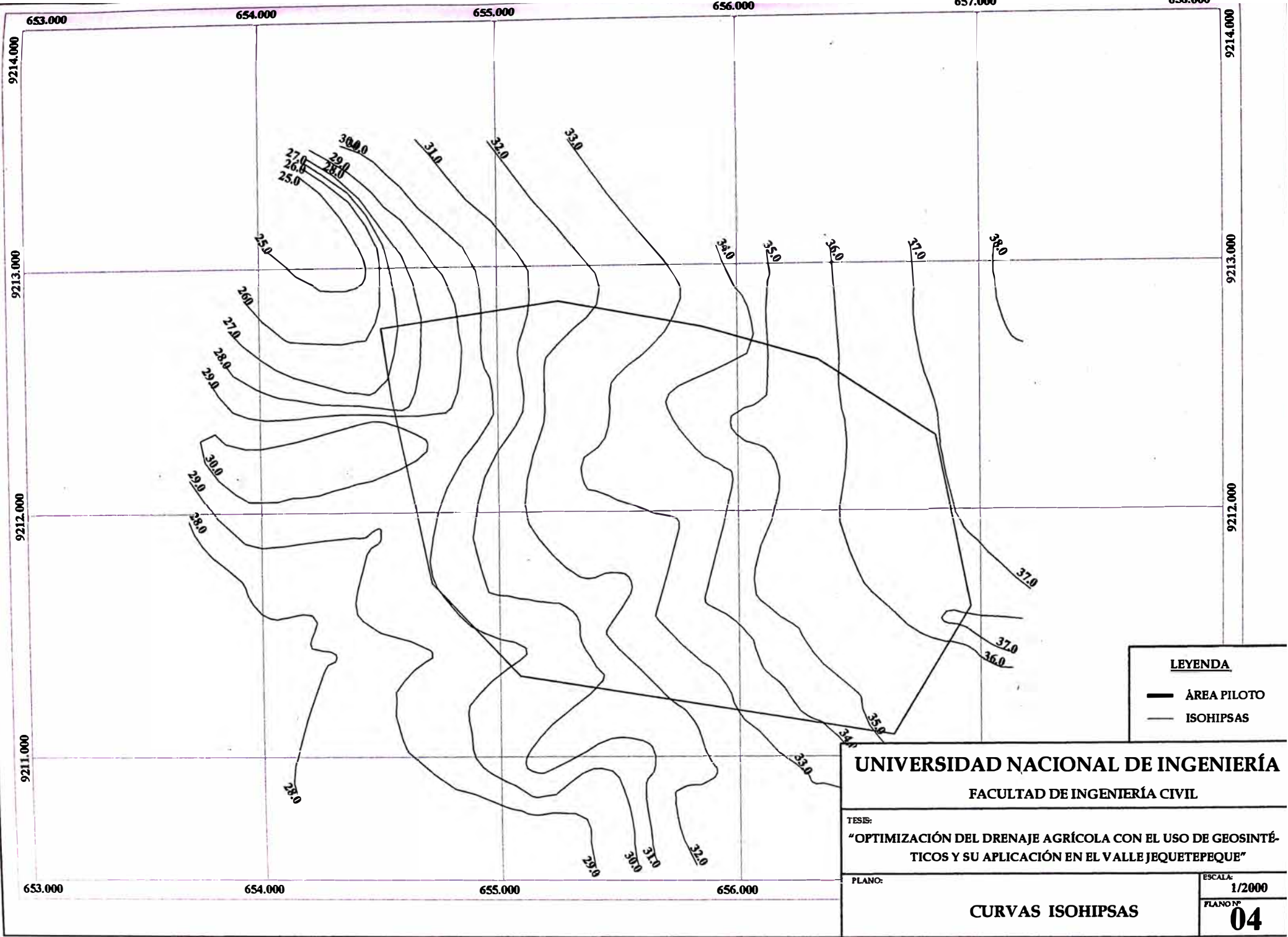
- ÁREA PILOTO
- ISOCONDUCTIVIDAD

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS:  
 "OPTIMIZACIÓN DEL DRENAJE AGRÍCOLA CON EL USO DE GEOSINTÉTICOS Y SU APLICACIÓN EN EL VALLE JEQUETEPEQUE"

PLANO:  
**ISOCONDUCTIVIDAD**

ESCALA:  
 1/2000  
 PLANO Nº **03**



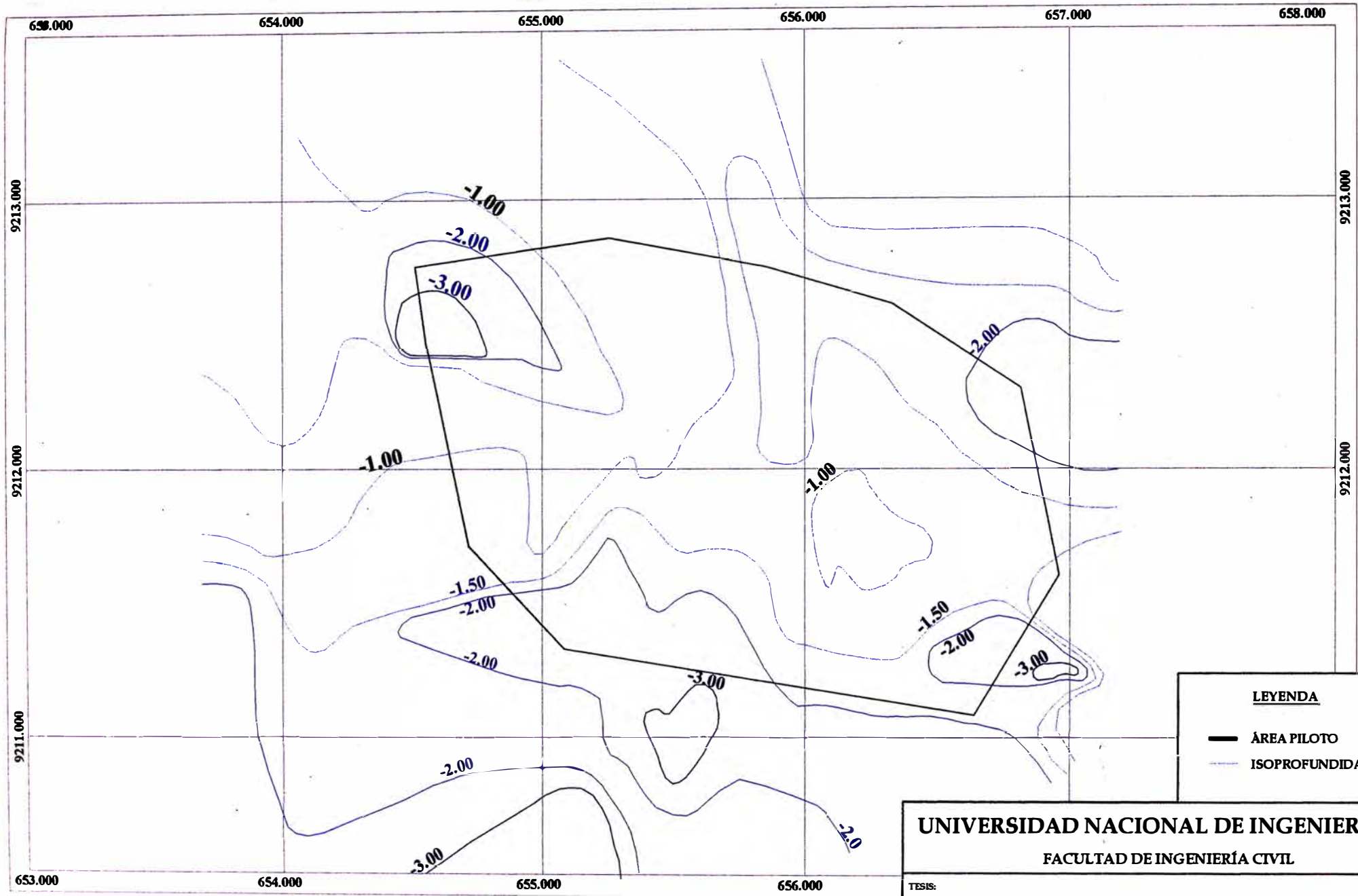
**LEYENDA**

- ÁREA PILOTO
- ISOHIPAS

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS:  
 "OPTIMIZACIÓN DEL DRENAJE AGRÍCOLA CON EL USO DE GEOSINTÉTICOS Y SU APLICACIÓN EN EL VALLE JEQUETEPEQUE"

PLANO:	ESCALA:
<b>CURVAS ISOHIPAS</b>	1/2000
	PLANO Nº <b>04</b>



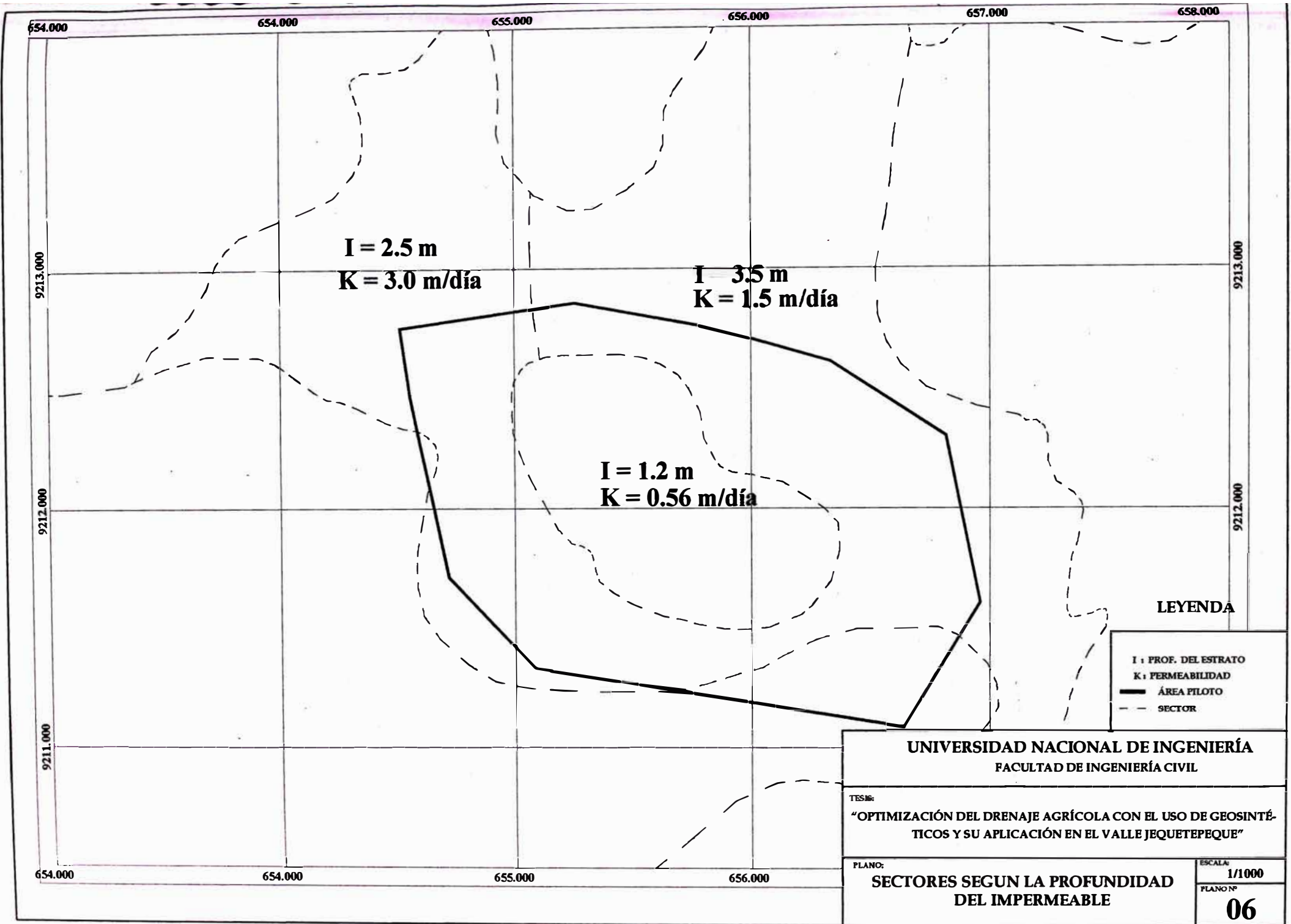
**LEYENDA**

- ÁREA PILOTO**
- ISOPROFUNDIDAD**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS:  
 "OPTIMIZACIÓN DEL DRENAJE AGRÍCOLA CON EL USO DE GEOSINTÉTICOS Y SU APLICACIÓN EN EL VALLE JEQUETEPEQUE"

PLANO: <p align="center"><b>ISOPROFUNDIDAD</b></p>	ESCALA: <p align="center"><b>1/2000</b></p>
FLANO Nº <p align="right" style="font-size: 1.5em;"><b>05</b></p>	



**I = 2.5 m**  
**K = 3.0 m/día**

**I = 3.5 m**  
**K = 1.5 m/día**

**I = 1.2 m**  
**K = 0.56 m/día**

**LEYENDA**

- I : PROF. DEL ESTRATO
- K : PERMEABILIDAD
- ÁREA PILOTO
- - - SECTOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS:  
 "OPTIMIZACIÓN DEL DRENAJE AGRÍCOLA CON EL USO DE GEOSINTÉTICOS Y SU APLICACIÓN EN EL VALLE JEQUETEPEQUE"

PLANO:  
**SECTORES SEGUN LA PROFUNDIDAD DEL IMPERMEABLE**

ESCALA:  
 1/1000  
 PLANO Nº  
**06**

COLECTOR PRINCIPAL

C1

COMPLEMENTARIO

C2

C2-1-6

C2-1-5

C2-1-4

C2-1-3

C2-1-2

C2-1-1

C2-1

C1-1-12

C1-1-11

C1-1-10

C1-1-9

C1-1-8

C1-1-7

C1-1-6

C1-1-5

C1-1-4

C1-1-3

C1-1-2

C1-1-1

C1-1

C3

C3-1-9

C3-1-8

C3-1-7

C3-1-6

C3-1-5

C3-1-4

C3-1-3

C3-1-2

C3-1-1

C3-1

C4-1-13

C4-1-12

C4-1-11

C4-1-10

C4-1-9

C4-1-8

C4-1-7

C4-1-6

C4-1-5

C4-1-4

C4-1-3

C4-1-2

C4-1-1

C4-1

C4

C4-2-7

C4-2-6

C4-2-5

C4-2-4

C4-2-3

C4-2-2

C4-2-1

C4-2

**LEYENDA**

- ... ÁREA PILOTO
- DREN PROYECTADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:  
"OPTIMIZACIÓN DEL DRENAJE AGRÍCOLA CON EL USO DE GEOSINTÉTICOS Y SU APLICACIÓN EN EL VALLE JEQUETEPEQUE"

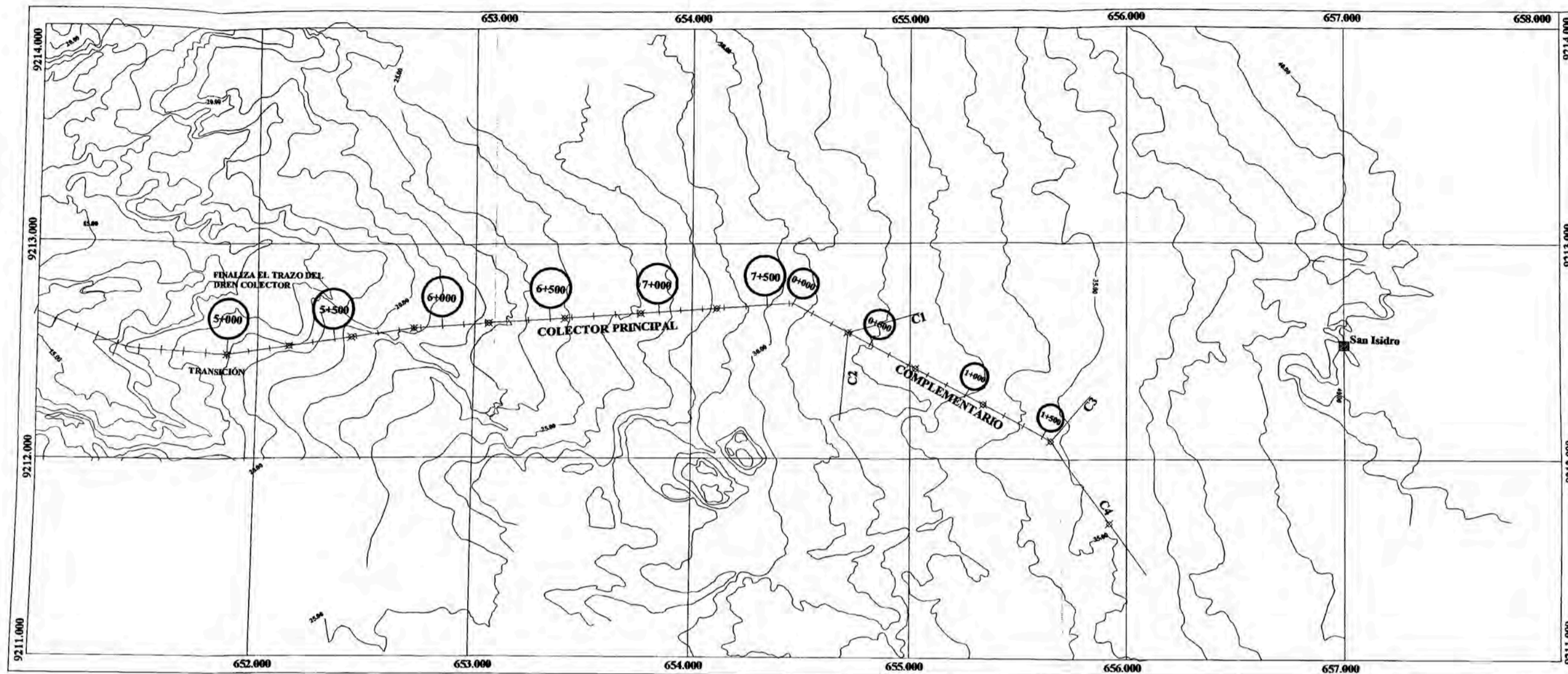
PLANO:  
**TRAZO DE DRENES PARCELARIOS**

ESCALA:  
1/1000

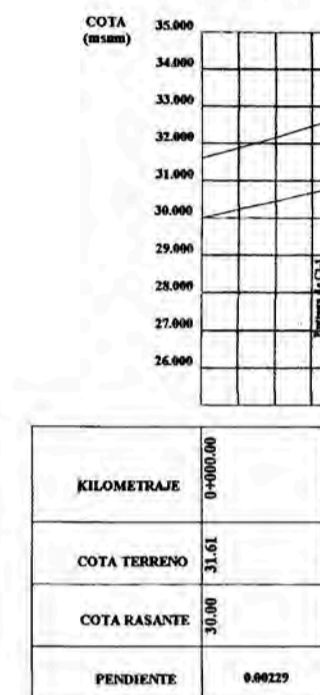
PLANO Nº  
**07**

# TRAZO DE LOS DRENES SUPERFICIALES

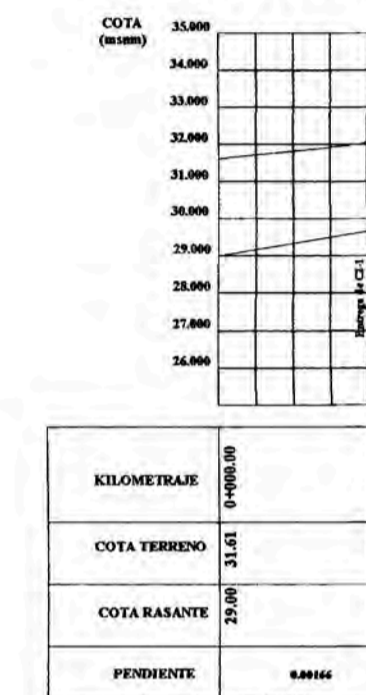
## ESC: 1/20 000



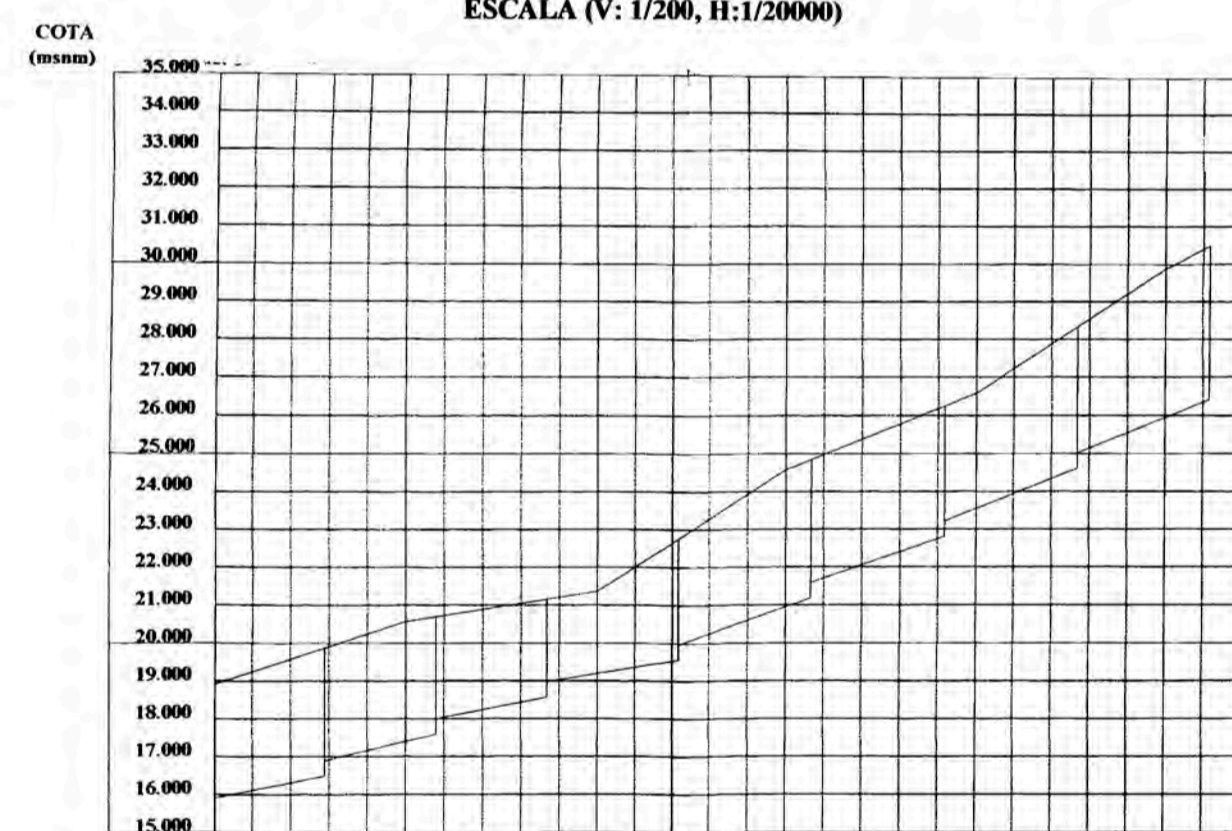
PERFIL LONGITUDINAL DEL DREN C-1  
ESCALA (V: 1/200, H: 1/20000)



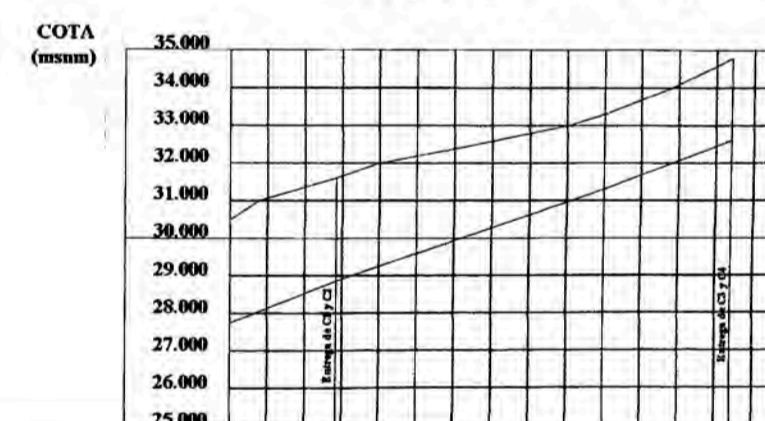
PERFIL LONGITUDINAL DEL DREN C2  
ESCALA (V: 1/200, H: 1/20000)



PERFIL LONGITUDINAL DEL DREN COLECTOR  
ESCALA (V: 1/200, H: 1/20000)



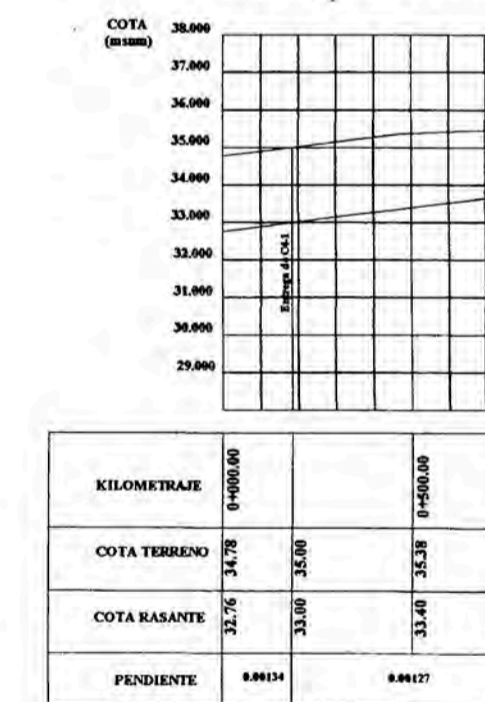
PERFIL LONGITUDINAL DEL DREN COMPLEMENTARIO  
ESCALA (V: 1/200, H: 1/20000)



PERFIL LONGITUDINAL DEL DREN C-3  
ESCALA (V: 1/200, H: 1/20000)



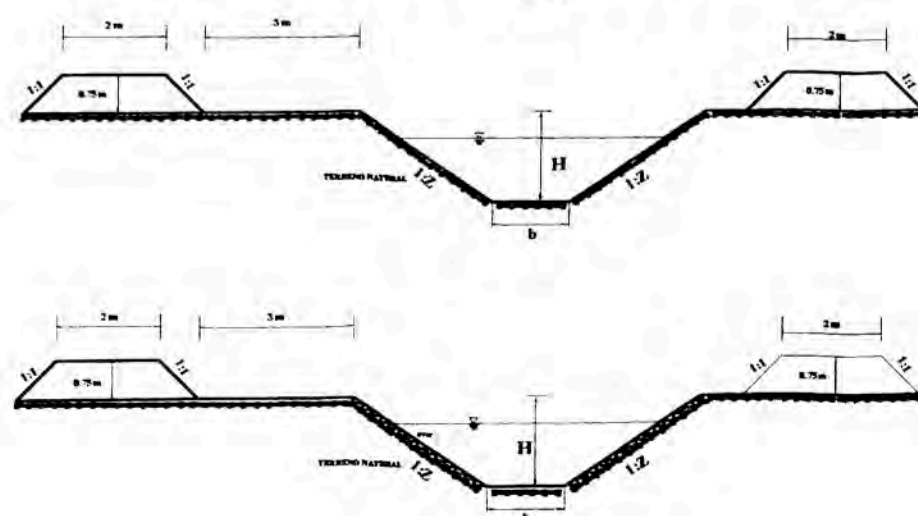
PERFIL LONGITUDINAL DEL DREN C-4  
ESCALA (V: 1/200, H: 1/20000)



KILOMETRAJE	5+000	5+289	5+578	5+867	6+157	6+447	6+737	7+027	7+317	7+615.92
COTA TERRENO	18.92	19.87	20.70	21.16	21.76	24.84	26.26	28.34	30.49	30.49
COTA RASANTE	15.92	16.50	17.00	18.58	19.58	21.18	23.81	24.61	26.41	26.41
PENDIENTE	0.00201	0.00242	0.00201	0.00166	0.0035	0.0035	0.004	0.004		

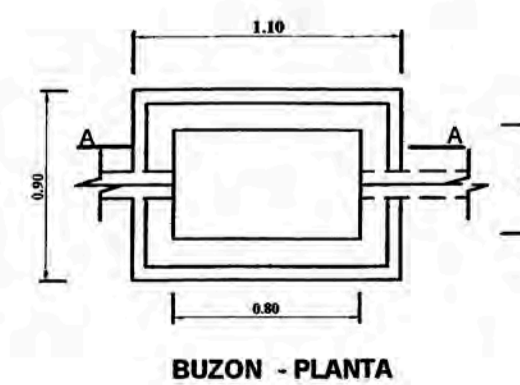
KILOMETRAJE	0+000.00	0+284.08	0+500.00	1+000.00	1+302.38
COTA TERRENO	30.49	31.61	32.19	30.20	34.78
COTA RASANTE	27.74	28.86	29.58	31.30	34.60
PENDIENTE	0.00394	0.00346	0.00344	0.00379	

DETALLE DE CAJA DE DREN  
S/E

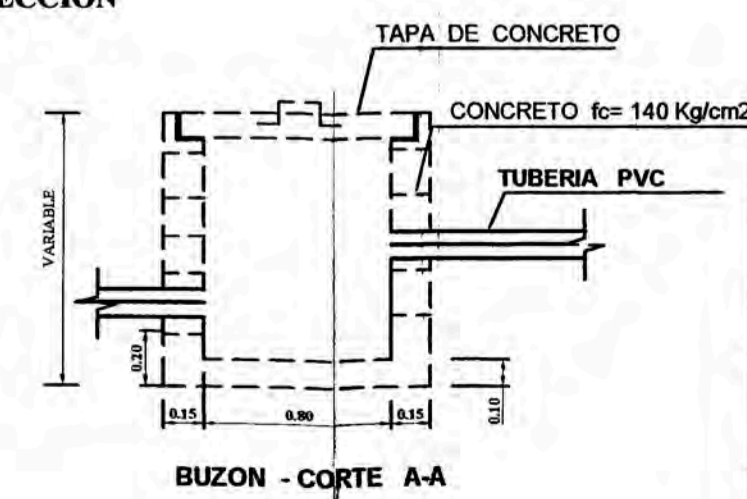


CATEGORIA	H (m)	b (m)	Z
DREN COMPLEMENTARIO	2.70	0.80	1.5
DRENES SUBCOMPLEMENTARIOS	1.75	0.6	1.5

DETALLE DE POZOS DE INSPECCION  
S/E



BUZON - PLANTA



BUZON - CORTE A-A

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

PROYECTO:  
OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE AGRÍCOLA CON EL USO DE GEOSINTÉTICOS Y SU APLICACIÓN EN EL VALLE JEQUETEPEQUE

PLANO:  
PERFIL LONGITUDINAL DEL TRAZO DE DRENES SUPERFICIALES

ESCALA:  
1/20 000

PLANO N°:  
**08**