

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

ESTUDIO DE VIABILIDAD Y APROVECHAMIENTO  
DEL AGUA TERMAL EN UN COMPLEJO AGROPE-  
CUARIO.

TOMO - 4

1983



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

70241

ESTUDIO DE VIABILIDAD Y APROVECHAMIENTO  
DEL AGUA TERMAL EN UN COMPLEJO AGROPE-  
CUARIO.

TOMO - 4

1983

MAYO, 1983

INDICE

---

I N D I C E

	<u>.Pág.</u>
<u>INTRODUCCION</u> .....	1
1.- <u>METODOLOGIA</u> .....	4
2.- <u>FACTORES CLIMATICOS</u> .....	6
2.1. <u>CARACTERISTICAS CLIMATICAS GENERALES</u> ...	7
2.1.1. <u>Precipitaciones</u> .....	7
2.1.2. <u>Temperaturas</u> .....	7
2.1.3. <u>Período libre de heladas</u> .....	8
2.1.4. <u>Tipo climático</u> .....	8
2.2. <u>FACTORES CLIMATICOS PRINCIPALES</u> .....	9
2.2.1. <u>Temperaturas medias de las mínimas</u>	9
2.2.2. <u>Radiación global teórica</u> .....	13
2.2.3. <u>Horas de insolación máxima</u> .....	13
2.2.4. <u>Horas de insolación efectiva</u> .....	13
3.- <u>CONDICIONES GENERALES QUE HA DE REUNIR LA EXPLO-</u> <u>TACION</u> .....	14
3.1. <u>INVERNADERO</u> .....	15
3.1.1. <u>Orientación</u> .....	15
3.1.2. <u>Suelos</u> .....	15
3.1.3. <u>Inclinación del terreno</u> .....	16
3.1.4. <u>Disponibilidades de agua y energía.</u>	16
3.1.5. <u>Ventilación</u> .....	16
3.2. <u>EXPLOTACION CUNICOLA</u> .....	17
3.2.1. <u>Temperatura</u> .....	17
3.2.2. <u>Ventilación</u> .....	18
3.2.3. <u>Humedad</u> .....	19
3.2.4. <u>Iluminación</u> .....	20
3.2.5. <u>Densidad animal</u> .....	21
3.2.6. <u>Tranquilidad</u> .....	22
3.3. <u>RESTO DE LAS INSTALACIONES</u> .....	22
3.3.1. <u>Edificación</u> .....	22
3.3.2. <u>Piscina</u> .....	25
3.3.3. <u>Digestor</u> .....	25

4.-	<u>DISEÑO</u> .....	28
4.1.	INVERNADERO .....	29
4.2.	EXPLOTACION CUNICOLA .....	32
4.2.1.	<u>Calefacción</u> .....	34
4.2.2.	<u>Ventilación-Refrigeración</u> .....	35
4.2.3.	<u>Iluminación</u> .....	36
4.2.4.	<u>Jaulas y material accesorio</u> .....	36
4.2.5.	<u>Sistema de limpieza</u> .....	38
4.3.	BALSA .....	39
4.4.	RESTO DE LAS INSTALACIONES .....	39
5.-	<u>CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS</u> .....	43
5.1.	INVERNADERO .....	44
5.1.1.	<u>Estructura</u> .....	44
5.1.2.	<u>Cimientos</u> .....	45
5.1.3.	<u>Frontales</u> .....	45
5.1.4.	<u>Cubierta</u> .....	45
5.2.	NAVE DE CONEJOS .....	45
5.2.1.	<u>Cimientos</u> .....	46
5.2.2.	<u>Estructura</u> .....	46
5.2.3.	<u>Fábricas, revestimientos y pinturas</u> .....	46
5.2.4.	<u>Cubierta</u> .....	46
6.-	<u>BALANCE TERMICO</u> .....	48
6.1.	PLANTEAMIENTO GENERAL .....	49
6.2.	PERDIDAS DE CALOR EN EL INVERNADERO .....	51
6.2.1.	<u>Pérdidas por conducción-convección.</u> .....	51
6.2.2.	<u>Pérdidas por renovación del aire</u> ..	51
6.2.3.	<u>Pérdidas por el suelo del invernadero</u> .....	52
6.2.4.	<u>Pérdidas por radiación a la atmósfera</u> .....	52
6.2.5.	<u>Energía solar recibida por el invernadero</u> .....	57
6.2.6.	<u>Balance térmico en el invernadero.</u> ..	59
6.3.	PERDIDAS DE CALOR EN LA NAVE DE CONEJOS ..	62

6.3.1.	<u>Pérdidas por conducción-convección</u>	62
6.3.1.1.	<u>Cubierta</u>	63
6.3.1.2.	<u>Muros</u>	64
6.3.1.3.	<u>Pérdidas totales por conducción-convección</u>	65
6.3.2.	<u>Pérdidas por renovación del aire</u>	66
6.3.3.	<u>Pérdidas por el suelo de la nave</u>	70
6.3.4.	<u>Pérdidas por radiación a la atmósfera</u>	70
6.3.5.	<u>Energía solar recibida</u>	71
6.3.6.	<u>Calor animal</u>	72
6.3.7.	<u>Balance térmico en la explotación cunícola</u>	73
7.-	<u>CONDUCCIONES DE CALOR</u>	78
7.1.	ESTUDIO TEORICO	79
7.2.	DETERMINACION DE LOS DIVERSOS COEFICIENTES TERMICOS	80
7.3.	PROCESO DE CALCULO	81
7.3.1.	<u>Invernadero</u>	81
7.3.1.1.	<u>Estudio térmico previo</u>	81
7.3.1.2.	<u>Cálculo de los parámetros que definen las conducciones</u>	86
7.3.2.	<u>Nave de conejos</u>	90
8.-	<u>CULTIVOS</u>	92
8.1.	ALTERNATIVAS DE CULTIVO	93
8.2.	PREPARACION DEL TERRENO	93
8.3.	ABONADO	94
8.4.	RIEGOS	95
8.4.1.	<u>Volumen de agua necesario</u>	95
8.4.2.	<u>Dimensionado de la balsa</u>	96
8.5.	GASTOS DE CULTIVO	97
9.-	<u>PLANIFICACION DE LA EXPLOTACION CUNICOLA</u>	98
9.1.	PLANIFICACION GANADERA	99
9.2.	MANEJO Y ALIMENTACION	99



11.3.3.	<u>Gastos totales anuales</u> .....	122
11.4.	CUASI-RENTAS ANUALES .....	123
11.5.	ANALISIS FINANCIERO .....	125
11.5.1.	<u>Valor actual</u> .....	125
11.5.2.	<u>Valor actual neto</u> .....	125
11.5.3.	<u>Beneficio/Coste</u> .....	126
11.5.4.	<u>Beneficio/Inversión</u> .....	126
11.5.5.	<u>Período de recuperación</u> .....	127
11.5.6.	<u>Tasa interna de rendimiento</u> ....	127
11.5.7.	<u>Conclusiones</u> .....	128
11.6.	ESTUDIO DE LOS COSTES DE LA TERMIA .....	132
11.6.1.	<u>Planteamiento general</u> .....	132
11.6.2.	<u>Costes de la termia</u> .....	133
11.6.2.1.	<u>Termias producidas por el agua caliente</u> .....	133
11.6.2.2.	<u>Costes unitarios de la termia</u> .....	133
11.6.2.3.	<u>Costes unitarios de la termia en sistemas tradicionales de calefacción</u> .....	134
11.6.2.3.1.	Coste unitario de la termia para el fuel-oil en el supuesto de que los precios de compra de dicho combustible no experimenten variación en 15 años .....	136

11.6.2.3.2.	Coste unitario de la termia para el fuel-oil en el supuesto de que los precios de compra de dicho combustible experimenten un incremento anual del 20% .....	137
11.6.2.4.	Comparación de los precios unitarios de la termia obtenidos para los diferentes sistemas de calefacción.....	139
11.7.	TONELADAS EQUIVALENTE(S) DE PETROLEO SUSTITUIDAS .....	140
12.-	<u>CONCLUSIONES</u> .....	141
13.-	<u>BIBLIOGRAFIA</u> .....	144

P L A N O S

- 1.- INVERNADERO. SISTEMA DE CALEFACCION (SUELO)
- 2.- INVERNADERO. SISTEMA DE CALEFACCION (PARTE AEREA)
- 3.- NAVE DE CONEJOS. DISTRIBUCION GENERAL
- 4.- NAVE DE CONEJOS. SISTEMA DE CALEFACCION
- 5.- INVERNADEROS. ALZADO Y SECCION
- 6.- INVERNADERO. DETALLES CONSTRUCTIVOS

## C U A D R O S

- 1.- Temperaturas medias de las mínimas
- 2.- Ajuste de Gumbel para las temperaturas medias de las mínimas.
- 3.- Pérdidas de calor en función de las temperaturas exteriores e interiores del invernadero.
- 4.- Balance térmico en función de las temperaturas exteriores e interiores del invernadero.
- 5.- Necesidades de mantenimiento de los conejos en Kcal/dia
- 6.- Balance térmico en la explotación cunícola
- 7.- Proyecto de inversión e indicadores económicos

## G R A F I C O S

- 1.- Esquema del proceso de digestión anaerobia
- 2.- Esquema general del complejo agropecuario geotérmico
- 3.- Esquema del tubo de reparto
- 4.- Diseño general de la calefacción en las edificaciones
- 5.- Esquema general del digestor
- 6.- Cálculo de las pérdidas de calor en función de las temperaturas exteriores e interiores del invernadero.
- 7.- Balance térmico mensual en la explotación cunícola.
- 8.- Caudales y temperaturas de agua precisos en calefacción
- 9.- Proyecto de inversión.
- 10.- Estudio económico
- 11.- Evolución comparada, en quince años, de los precios - de la termia.

## INTRODUCCION

---

## INTRODUCCION

Del estudio de infraestructura y mercado -- que constituye el Volumen III del presente trabajo, se deducen una serie de conclusiones sobre las que se ha estructurado el presente ejemplo de aprovechamiento del agua geotérmica:

- Dificultad en la cuantificación de las posibles aplicaciones del agua termal en el sector industrial motivada por la carencia de datos estadísticos.

- Existencia de un importante mercado potencial en el sector doméstico y servicios.

- Interés de las aplicaciones agrícolas por su fácil tecnología, escaso coste y rentabilidad de las producciones.

En base a estos criterios, a continuación se estudia la viabilidad de un complejo agropecuario geotérmico integrado por un invernadero, una nave de conejos y una balsa, que se complementan con una edificación, una piscina y un digestor anexos.

El propósito de este estudio es demostrar la viabilidad del empleo de agua termal como fuente energética en todos los procesos caloríficos que requiere el complejo, que en definitiva son:

- Invernadero: calefacción
- Nave de conejos: calefacción y agua caliente sanitaria y de limpieza.
- Edificación: calefacción y agua caliente sanitaria.
- Piscina: calefacción
- Digestor: calefacción

Se han considerado un invernadero y una nave de conejos, como modelo de aplicaciones agrícolas rentables de mercado favorable, motivo por el cual han sido estudiadas a nivel de detalle en sus aspectos económico y técnico.

Por el contrario, las instalaciones complementarias (edificio, piscina climatizada y digestor), se estudian a un nivel más somero (diseño y características generales), puesto que su inclusión obedece a plasmar un empleo racional del recurso energético, mediante una explotación escalonada del mismo. Asimismo, consideramos que este tipo de aplicaciones en el sector urbano y doméstico, merecen y necesitan del apoyo e interés de los organismos oficiales y públicos para que, mediante la adecuada promoción e impulso, contribuyan a mejorar el panorama energético del país Vasco y a aprovechar racionalmente sus recursos. En este sentido, el complejo está diseñado como una unidad susceptible de utilizarse como centro de investigación y/o formación agraria, tan necesario para potenciar la vocación agrícola-ganadera de la Comunidad Autónoma.

Con independencia de los datos técnicos de partida, que más adelante especificamos, merece la pena recalcar que el presente informe no deja de ser una hipótesis de aplicación de la energía geotérmica en el País Vasco, que, además de demostrar su viabilidad, no excluye otras aplicaciones alternativas. Un aspecto a destacar es que la temperatura de servicio del agua termal no tiene porqué ser la misma que la temperatura de surgencia, puesto que por tecnologías auxiliares, tales como bomba de calor, etc, pueden alcanzarse temperaturas de servicio superiores en 30°C a la de surgencia.

Otro aspecto importante que merece comentar se es el hecho de no contabilizar el coste del sondeo en -

el estudio económico. Las razones de no hacerlo son que, en primer lugar, existen en la actualidad un buen número - de sondeos petrolíferos (algunos de ellos surgentes) potencialmente susceptibles de aprovechamiento, si bien con la información disponible hasta el momento resulta aventurada cualquier hipótesis. En segundo lugar la construcción de - un nuevo sondeo profundo para aprovechamiento geotérmico - podría contar, según las experiencias realizadas hasta la fecha, con un importante porcentaje de subvención oficial, por lo que su coste resulta difícilmente cuantificable. Asimismo, las instalaciones de aprovechamiento pueden acogerse a líneas especiales de créditos y subvenciones otorgadas por el CADEM, Diputaciones, Consejería de Agricultura, Banco de Crédito Agrícola, etc.

Se ha considerado como punto de partida la existencia de un pozo que reuniría las siguientes características técnicas:

- Caudal ..... 3 l/s
- Altura geométrica de impulsión (Nivel estático + depresión de bombeo + pérdida de carga por temperatura. 100 m
- Temperatura del agua a boca de pozo 60°C

Como hipótesis de trabajo se ha considerado asimismo que la distancia desde el pozo al punto de - aplicación del agua caliente es de 100 m.

Finalmente, en este estudio se ha seguido - el criterio de utilizar la energía geotérmica mediante su aprovechamiento escalonado, lo cual permite obtener un mayor rendimiento de la misma, ya que la temperatura del agua se aprovecha prácticamente en su totalidad.

1.- METODOLOGIA

---

En el presente informe se lleva a cabo en primer lugar una síntesis y elaboración de datos previos (datos climáticos) necesarios en el momento de proyectar la instalación.

A continuación se describe de forma suficientemente detallada el diseño del conjunto de instalaciones.

Una vez elaborados los datos básicos y definido este diseño se procede al cálculo del balance térmico y al dimensionado de las conducciones de calor.

Se calculan posteriormente los costes de la instalación, el consumo de energía eléctrica y los ingresos y gastos anuales, para, con todos estos datos elaborar un estudio económico detallado que permita establecer conclusiones sobre la rentabilidad de las inversiones previstas, así como sobre los costes comparados de la termia en función de las posibles fuentes energéticas a emplear en la calefacción.

Finalmente se calculan las TEP ahorradas mediante el empleo de energía geotérmica.

## 2.- FACTORES CLIMATICOS

---

## 2.1. CARACTERISTICAS CLIMATICAS GENERALES

Se expone a continuación un conjunto de datos climáticos referentes a precipitaciones mensuales y anuales medias, temperaturas medias mensuales, duración del período libre de heladas disponible y tipo climático de la zona.

### 2.1.1. Precipitaciones

Los valores medios correspondientes a este concepto en el observatorio de Vitoria son:

MES	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	AÑO
PRECIPITAC. (mm)	82	74	91	90	85	68	70	76	69	32	42	64	843

En función de las cifras arriba expuestas se deduce que los valores estacionales correspondientes a este concepto presentan valores máximos en otoño e invierno, cada uno de los cuales supone un 29% del total anual.

### 2.1.2. Temperaturas

Las temperaturas medias mensuales suponen los siguientes valores:

MES	TEMPERATURA°C
Octubre	12,7
Noviembre	8,3
Diciembre	5,5
Enero	4,5
Febrero	5,3
Marzo	8,7
Abril	10,4
Mayo	13,1
Junio	16,7
Julio	18,9
Agosto	19,3
Septiembre	17,2
MEDIA:	11,7

Es decir, las temperaturas medias mensuales oscilan entre los 4,5°C del mes de Enero y los 19,3°C del de Agosto.

#### 2.1.3. Período libre de heladas

Según el criterio de Papadakis, que define la estación libre de heladas disponible como el período de tiempo comprendido entre las fechas en las que la temperatura media de las mínimas absolutas alcanza o supera los -2°C, puede establecerse para dicho período una duración de 5,9 meses, o su equivalente de 177 días.

#### 2.1.4. Tipo climático

Se ha seguido en este trabajo la clasificación climática de Papadakis, que contempla las siguientes características:

- Tipo de invierno
- Tipo de verano
- Régimen de humedad

El tipo de invierno corresponde al tipo avena fresco, caracterizado por presentar las temperaturas medias de las mínimas absolutas del mes más frío valores entre  $-4,0^{\circ}\text{C}$  y  $-10^{\circ}\text{C}$  y la media de las máximas de dicho mes, valores menores de  $10^{\circ}\text{C}$ .

El tipo de verano es el tipo maiz, caracterizado por presentar la estación libre de heladas mínima - duración superior a 4,5 meses. La temperatura media de las máximas del semestre más cálido es superior a los  $21^{\circ}\text{C}$ .

Finalmente, en cuanto al régimen de humedad se refiere, se trata de un clima Mediterráneo húmedo.

## 2.2. FACTORES CLIMATICOS PRINCIPALES

Bajo este epígrafe se incluye el análisis - de los siguientes factores:

- Temperaturas medias de las mínimas
- Radiación global teórica
- Horas de insolación máxima
- Horas de insolación efectiva

Los datos correspondientes a los tres últimos conceptos se han tomado de la publicación "Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España".

### 2.2.1. Temperaturas medias de las mínimas

En el caso de las temperaturas, los datos - se han tomado del observatorio de Vitoria. Sus valores mensuales a lo largo del período 1950-51 a 1979-80 se indican en el Cuadro nº 1.

Con objeto de estimar los valores represen-

CUADRO N° 1.- TEMPERATURAS MEDIAS DE LAS MINIMAS

MES	O	N	D	E	F	M	A	M	J	X	A	S
AÑO												
1950-51	7,9	5,5	1,1	1,9	-	-	3,0	5,0	10,0	-	10,6	10,2
51-52	6,0	5,2	2,3	-1,8	-0,7	4,7	4,8	5,8	11,1	11,5	-	7,7
52-53	8,7	5,1	1,4	-3,5	-2,9	0,0	4,7	7,8	9,6	10,5	12,4	9,4
53-54	6,2	2,3	4,8	-1,7	-0,6	2,3	2,6	6,0	9,1	9,0	10,7	9,6
54-55	6,1	3,4	1,8	3,6	1,2	0,0	2,5	6,3	9,4	12,3	11,2	10,7
55-56	5,6	1,3	2,6	1,8	-6,2	1,3	3,7	6,2	8,7	10,6	11,6	9,8
56-57	5,9	2,5	0,6	-4,1	3,5	4,0	4,7	7,0	10,0	12,9	12,0	10,0
57-58	6,8	3,3	1,3	1,5	2,1	3,4	3,3	7,4	9,8	11,7	12,1	13,0
58-59	6,3	4,1	4,5	1,6	-0,4	4,3	4,8	8,0	9,8	13,3	11,8	12,6
59-60	8,2	3,3	3,9	1,0	2,1	4,4	4,6	6,4	11,1	10,9	11,2	9,9
60-61	7,4	4,6	1,3	1,0	2,7	0,3	6,5	7,3	10,9	12,3	11,1	12,6
61-62	9,1	3,9	2,7	2,2	1,0	2,4	4,2	6,4	8,6	10,7	11,9	10,2
62-63	8,3	2,0	-1,6	-1,0	-1,3	3,8	4,4	5,7	9,5	12,5	11,1	10,5
63-64	6,6	6,1	-0,9	-1,5	1,7	3,1	3,8	8,3	9,6	12,8	12,3	12,6
64-65	6,0	1,6	0,3	0,4	0,0	3,5	5,7	6,7	9,2	11,0	11,5	9,5
65-66	8,9	4,5	3,9	2,8	5,1	1,7	6,3	7,6	10,5	11,4	11,3	10,9
66-67	9,6	3,2	3,9	1,1	2,6	2,9	3,6	6,9	8,9	13,6	12,1	10,9
67-68	9,8	5,0	1,8	2,3	3,2	3,5	5,5	6,5	9,7	11,4	12,3	11,4
68-69	8,2	4,6	3,7	2,7	-0,9	4,3	5,9	8,2	9,6	13,3	13,6	10,1
69-70	9,1	3,0	2,4	3,4	1,2	1,4	3,3	7,0	11,8	12,7	14,4	10,5
70-71	4,6	6,3	-1,2	-1,0	-0,2	0,0	6,1	8,1	9,8	13,4	11,8	9,6
71-72	8,3	2,1	1,6	0,0	1,9	3,5	4,6	5,8	8,2	11,6	11,6	7,6
72-73	7,1	5,4	1,8	1,5	0,5	0,4	2,6	7,8	10,9	12,8	14,8	10,9
73-74	5,4	2,0	2,0	2,7	2,2	3,3	4,0	7,6	10,1	11,4	11,6	9,8
74-75	5,5	4,1	2,4	2,2	2,9	2,2	4,5	6,8	10,9	12,2	13,7	11,1
75-76	7,6	3,0	0,9	0,0	2,3	1,4	3,5	7,2	11,6	12,0	12,0	9,2
76-77	6,9	3,0	1,6	1,4	5,1	3,2	4,6	6,4	8,8	11,8	10,4	9,0
77-78	8,9	3,9	3,4	0,3	4,1	3,4	4,2	7,3	9,6	11,2	11,4	8,9
78-79	8,6	2,1	4,5	1,9	3,0	3,4	5,1	6,8	10,7	12,0	12,6	11,4
79-80	9,3	1,7	1,3	0,9	2,7	3,5	4,5	6,7	9,2	9,5	12,5	11,4

tativos de estas temperaturas se ha procedido a llevar a cabo un ajuste estadístico de los mismos.

El ajuste considerado ha sido el de Gumbel. El desarrollo de este proceso para un mes determinado (Octubre) figura de forma detallada en el Cuadro nº 2, siendo análogo el proceso para el resto de los meses del año.

Considerando para  $F(x)$  un valor suficientemente representativo (en este caso particular se ha tomado  $F(x) = 0,9$ ), la probabilidad de que la variable aleatoria supere un valor determinado será:

$$P(\xi > x) = 1 - F(x) = 1 - 0,9 = 0,1$$

Entrando con este valor en el ajuste de Gumbel se obtienen para las temperaturas medias de las mínimas los siguientes valores mensuales:

MES	TEMP.MEDIA DE LAS MININAS (°C)
Octubre	5,9
Noviembre	2,1
Diciembre	0,2
Enero	-1,3
Febrero	-1,3
Marzo	1,1
Abril	3,2
Mayo	5,2
Junio	8,9
Julio	10,6
Agosto	10,9
Septiembre	8,9

Estos valores son los que considerarán en lo sucesivo como temperaturas exteriores, y se basarán en ellas los cálculos posteriores.

CUADRO N° 2.- AJUSTE DE GUMBEL PARA LAS TEMPERATURAS MEDIAS DE LAS MINIMAS (OCTUBRE)

TEMPERATURAS MEDIAS DE LAS MINIMAS (Xi)			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
			Periodo de retorno (años)	F(x)	-L F(x)	-L -LF(x)	$\frac{1}{\alpha}(4)$	x=(5)+u
7,9	9,6			0,1	2.302585	-0.834032	-0.93	5,9
6,0	9,8			0,2	1.609437	-0.475884	-0.53	6.3
8,7	8,2			0,3	1.205972	-0.185626	-0,21	6.6
6,2	9,1			0,4	0.916290	0.087422	0.10	6.9
6,1	4,6	$\sum x_i = 222,9$		0,5	0.693147	0.366513	0.41	7.2
5,6	8,3	$\sum x_i^2 = 1717,5$		0,6	0.510825	0.671728	0.75	7.5.
5,9	7,1	$\mu_2 = 57,25$		0,7	0.356675	1.030830	1.15	7.9
6,8	5,4	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i = 7,43$		0,8	0.223143	1.499942	1.67	8.5
6,3	5,5	$\mu_2 = \frac{1}{n} \sum x_i^2 = 57,25$	5	0,9	0.105360	2.250372	2.51	9.3
8,2	7,6	$\bar{x}^2 = 55,20$	10	0,96	0.040821	3.198534	3.57	10.4
7,4	6,9	$S^2 = \mu_2 - \bar{x}^2 = 2,04$	25	0.98	0.020203	3.901038	4.35	11.1
9,1	8,9	$u = \bar{x} - 0.450047S = 6.79$	50	0.99	0.010056	4.600149	5.13	11.9
8,3	8,6	$S = 1,43$	100	0.998	0.002002	6.213608	6.93	13.7
6,6	9,3	$\frac{1}{\alpha} = 0.779696S = 1.11$	500	0.999	0.001000	6.907756	7.70	14.5
6,0			1000					
8,9								

### 2.2.2. Radiación global teórica

Para una latitud de  $43^{\circ}\text{C}$ , según Angot se deducen los siguientes valores mensuales en  $\frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \cdot \text{dia}}$  :

MES	O	N	D	E	F	M	A	M	J	X	A	S
RAD. GLOBAL TEORICA	497	346	280	322	454	639	812	936	984	952	810	679

### 2.2.3 Horas de insolación máxima

Para la latitud antes indicada, estos valores son:

MES	O	N	D	E	F	M	A	M	J	X	A	S
N	10,9	9,7	8,9	9,4	10,5	11,8	13,4	14,6	15,4	15,0	13,9	12,5

### 2.2.4. Horas de insolación efectiva

Los valores mensuales son los siguientes:

MES	O	N	D	E	F	M	A	M	J	X	A	S
N	4,1	2,3	1,5	2,2	3,1	4,5	4,8	5,7	6,6	7,9	6,9	5,9

### 3.- CONDICIONES GENERALES QUE HA DE REUNIR LA EXPLOTACION

---

### 3.1. INVERNADERO

Se expone a continuación un conjunto de condiciones o requisitos que ha de reunir el invernadero para su instalación y funcionamiento.

Las características consideradas son las siguientes:

- Orientación
- Suelos
- Inclinação del terreno
- Disponibilidades de agua y energía
- Ventilación y otros factores

#### 3.1.1. Orientación

Los invernaderos deben protegerse de los vientos huracanados. A este fin se dispondrán de forma que las fachadas más estrechas queden frente a la dirección de estos vientos, o bien formando esquina con esta dirección.

En caso necesario se dispondrían barreras vegetales cortavientos.

#### 3.1.2. Suelos

El terreno ha de ser rico en materia orgánica (6-8%) y preferiblemente de textura ligera. La textura adecuada podría ser:

- Arena gruesa .....	50%
- Arena fina .....	12%
- Limo .....	12%
- Arcilla .....	15%
- Caliza .....	4%

### 3.1.3. Inclinación del terreno

Será la adecuada para permitir de forma correcta el riego de pie (pendiente inferior al 2%). En sentido longitudinal no existirá ninguna inclinación.

### 3.1.4. Disponibilidades de agua y energía

Se considera que la energía eléctrica no constituye factor limitante. Se dispone asimismo de agua caliente para calefacción, siendo ésta apta para el riego.

### 3.1.5. Ventilación

El control de humedad en el interior de cada invernadero se llevará a cabo mediante ventilación estática.

Esta ventilación se realizará a través de ventanas en los paramentos laterales y en las cumbreras (ventilación cenital).

La ventilación cenital tiene por objeto eliminar las condensaciones de agua que se produzcan en los plásticos, perjudiciales para gran número de cultivos, ya que favorecen ciertas enfermedades.

En nuestro caso particular el porcentaje de ventilación se ha estimado en un 25%, con lo que la superficie de ventilación por invernadero será:

$$S = \frac{25 \times 12 \times 39}{100} \approx 120 \text{ m}^2$$

### 3.2. EXPLOTACION CUNICOLA

#### 3.2.1. Temperatura

Es un factor de suma importancia en una explotación racional de los conejos, puesto que influye directamente sobre el consumo de alimentos, índice de transformación, rendimiento general de los conejos y, en definitiva, sobre la rentabilidad de la explotación.

En locales mixtos, del tipo que vamos a considerar, las cifras recomendadas para lograr una operatividad máxima óptima del sistema son un mínimo de 14°C, y un máximo de 28°C.

En el caso que nos ocupa, la temperatura mínima de 14°C en el interior del local la aseguramos mediante el sistema de calefacción geotérmica expuesto en el presente proyecto. Por lo que respecta al umbral máximo de 28°C, nos encontramos con que las temperaturas medias de las máximas absolutas en la zona considerada son las siguientes:

Mes	Temperatura °C
Octubre	25,0
Noviembre	12,4
Diciembre	14,4
Enero	14,9
Febrero	16,9
Marzo	21,2
Abril	24,1
Mayo	28,0
Junio	31,9
Julio	34,8
Agosto	34,3
Septiembre	31,3

luego es claro que debe instalarse algún sistema de refrigeración si queremos no sobrepasar la temperatura máxima - admisible de 28°C.

Otras medidas complementarias para combatir el exceso de calor es disponer de un adecuado aislamiento (en nuestro caso manta de fibra de vidrio de 4 cm), pintar de blanco tejados y paredes, y en momentos punta, regar - con agua suelo y cubiertas.

Por otra parte, en naves sin ventanas de ambiente controlado (AC), tal como la adoptada, resulta más fácil ajustar la temperatura, además de ser más económica la construcción, pese a tener que recurrir a ventilación forzada e iluminación artificial.

### 3.2.2. Ventilación

La pureza del aire es un factor fundamental para el adecuado desarrollo de los conejos, aunque sin perder de vista la gran sensibilidad de los mismos a las corrientes.

Los objetivos que pretende la ventilación es conseguir en el local una composición gaseosa de las siguientes características:

- poca concentración de amoníaco
- poca concentración de carbónico
- concentración de oxígeno análoga a la atmósfera.

Todo ello sin provocar corrientes de aire - en el local.

Las cifras de extracción o caudal de aire a renovar en las distintas épocas del año se exponen más adelante, siendo función de las temperaturas máximas y mínimas medias exteriores y del peso vivo alojado. En todo caso, hay que conseguir que la velocidad del aire no sea superior a 0,3 m./segundo, equivalentes a 18 m/minuto. Esto se consigue mediante un sistema de ventilación forzada con refrigeración por inyección a través de canalizaciones especiales a lo largo de la nave.

### 3.2.3. Humedad

Es uno de los factores que más influye en el estado sanitario de los conejos, y por tanto en la rentabilidad de su explotación. Ello implica que una de las primeras premisas sea instalar la explotación sobre un terreno seco y bien drenado, a fin de evitar humedades.

El grado higrométrico recomendado del local debe oscilar entre el 67 y el 75 por 100, no solo por lo que se refiere al "confort" del conejo, sino por consideraciones prácticas, de cara a mantener el ambiente del local lo más saludable posible.

Para elevar la humedad del ambiente puede emplearse el sistema de ventilación forzada con refrigeración instalado, o bien regar el suelo del local. Si por el contrario desea rebajarse, se puede recurrir a la ventilación con aire seco, esto es, sin humidificar, o a elevar la temperatura, puesto que el aire caliente absorbe mejor la humedad que el frío.

Otra medida preventiva es construir el suelo elevado 30 cm sobre el exterior, dotándole de una inclinación del 4 por 100 hacia los sumideros de agua y de un 6 por 100 en el sistema interno de conducción de purines.

Asimismo, el alojamiento dispone de un higrómetro que permite controlar el grado de humedad ambiental.

#### 3.2.4. Iluminación

La luz es uno de los factores que más afectan a la regularidad de la producción. El conejo está adaptado al ciclo solar, en el que una reducción del día está relacionado con la llegada del frío y la falta de comida - que implican mortalidad en los gazapos. Para evitarlo, reducen su actividad sexual.

En explotaciones AC, que es el caso nuestro, la coneja no está sometida a los flujos periódicos de la duración lumínica, con los que conseguimos reducir las necesidades en 11 horas de luz para los reproductores y 2 para engorde.

La luz adecuada en cunicultura es la blanca. En cuanto a la intensidad, existen cifras mínimas necesarias para el estímulo reproductivo, así como óptimas a partir de las cuales se corre el riesgo de producir un efecto irritante, puesto que la sensación de penumbra reporta mayor "confort".

Las necesidades lumínicas correspondientes a condiciones normales, con bombillas limpias de 40 W bien repartidas con tulipa son las siguientes:

GRUPO:	POTENCIA			
	Mínima		Optima	
	Lux.	W/m <sup>2</sup> suelo	Lux.	W/m <sup>2</sup> suelo
Reproductores	10	1	30	3
Engorde	5	0,5	10	1

Logicamente, los gazapos de engorde tienen necesidades inferiores, al precisar el estímulo lumínico únicamente para el crecimiento.

Naturalmente, resulta imprescindible realizar una distribución de los puntos de luz al objeto de que llegue a todos los animales lo más uniformemente posible.

Finalmente, y para mantener una buena iluminación es necesario limpiar las bombillas y pantallas cada quince días y tener las paredes pintadas de blanco.

### 3.2.5. Densidad animal

El conejo doméstico explotado industrialmente en jaulas no requiere mucho espacio. Es un animal tranquilo y pacífico que admite espacios reducidos.

Respecto a las necesidades de espacio, en función de la edad y tamaño de los animales son las siguientes:

a) Gazapos de engorde: se crían en camadas completas o repartiendo las mismas caso de ser muy exiguas o muy numerosas. Los requisitos son de 0,05 a 0,07 m<sup>2</sup>/gazapo, equivalentes a 14-20 gazapos/m<sup>2</sup>.

b) Conejos en recría: Una vez alcanzados los 3 meses, si se destinan los conejos a reproducción deben alojarse individualmente con el fin de evitar peleas y arranque de pelo. Los requisitos son de 0,20 m<sup>2</sup>/gazapo.

c) Reproductores adultos: Las necesidades son similares a las de los conejos en recría, aumentadas en espacio suficiente para el nidal y los gazapos. Se requieren así 0,2 m<sup>2</sup>/kg de peso vivo, que en una raza media-

na como la explotada equivale a 0,45-0,50 m<sup>2</sup>. Respecto a las madres reproductoras 0,35 m<sup>2</sup>/cabeza resulta una norma correcta.

### 3.2.6. Tranquilidad

Puesto que el conejo en estado libre es un animal tranquilo que busca un hábitat poco iluminado, deben buscarse lugares aislados de ruidos externos, especialmente los súbitos o desacostumbrados, puesto que a los continuos, tales como motores, ventiladores, etc, se acostumbran fácilmente.

Los conejos son sumamente vulnerables al -- "stress", que provoca una activación de las glándulas suprarrenales con la consiguiente descarga de adrenalina, que puede provocar alteraciones circulatorias, respiratorias o digestivas, tales como la retención del peristaltismo intestinal o la coprofagia. Asimismo aumentan los casos de canibalismo y abandono de crías. Por ello deben evitarse las cercanías a carretera de mucho tráfico, la entrada de personas o animales extraños, etc.

## 3.3. RESTO DE LAS INSTALACIONES

Se exponen brevemente en este capítulo las principales condiciones generales a considerar en las instalaciones anexas a la explotación agropecuaria, que son: edificio, piscina y digestor. En lo que afecta al proyecto de calefacción se van a considerar las temperaturas requeridas.

### 3.3.1. Edificación

La edificación proyectada se suministra de calefacción y agua caliente sanitaria gracias a la energía geotérmica, fuente de energía no convencional, asistida por

bomba de calor, máquina térmica que permite transferir calor de una fuente fría a otra más caliente.

De acuerdo con la norma IT.IC.02 (Exigencias ambientales y de confortabilidad) del MOPU, respecto a las temperaturas, las condiciones interiores de verano deberán cumplir las siguientes limitaciones, por efecto de la aportación de calor del sistema de calefacción:

- La temperatura resultante medida a 1,5 m del suelo en el centro de los locales nunca sobrepasará - los 22°C ni será inferior a 18°C.

- La temperatura resultante a 1,80 m del suelo no será superior en 2°C ni inferior a 4°C a la temperatura resultante a nivel del suelo.

- Caso de utilizar calefacción del tipo "suelo radiante", la temperatura superficial del suelo no sobrepasará 29°C en las zonas normalmente ocupadas.

Asimismo y en cumplimiento de la norma IT. IC. 04 (Exigencias de rendimiento y ahorro de energía) del MOPU, que recomienda la utilización de energías residuales o gratuitas, como la geotérmica, solar, etc, en la concepción de las instalaciones y el aprovechamiento como medio de enfriamiento o como fuente de calor para sistema de bomba de calor, de las aguas subterráneas, fluviales o marítimas, deberán atenderse las siguientes condiciones ambientales en lo que se refiere a la temperatura de los locales:

- Quedan excluidas de cualquier tipo de calefacción o climatización todos aquellos locales que no - son normalmente habitados, tales como: garajes, trasteros, huecos de escalera, archivos no institucionales, rellanos de ascensores, cuartos varios de servicios (contadores, ba sura, limpieza, etc), salas de máquinas, etc. .

- Para los locales calefactados, la temperatura media interior no rebasará nunca los 20°C a menos que las condiciones térmicas resultantes se obtengan sin gasto alguno de energía de tipo convencional.

- Para los locales refrigerados, la temperatura media interior no será nunca inferior a los 25°C, a menos que las condiciones térmica resultantes se obtengan sin gasto alguno de energías de tipo convencional.

- La temperatura media ponderada de los locales climatizados en las condiciones extremas del proyecto no será superior a 20°C en invierno, ni inferior a 25°C en verano, cuando la instalación esté en funcionamiento.

- En ningún caso la temperatura de cualquier local concreto superará los 22°C en invierno ni será inferior a los 23°C.

- Las temperaturas medias interiores de los locales acondicionados podrán oscilar entre 20°C y 25°C, siempre que para ello no se requiera ningún consumo de energía de tipo convencional.

- Si se emplea energía eléctrica como fuente auxiliar de apoyo, la energía geotérmica o residual (metano, etc) cubrirá al menos el 60% de las necesidades energéticas anuales. Cada local calefactado estará además dotado de un termostato que tenga un diferencial, o una banda proporcional, de  $\pm 1,5^\circ\text{C}$ , como máximo.

Por lo que respecta al agua caliente sanitaria, se preparará a una temperatura máxima de 58°C y se distribuirá a una temperatura máxima de 50°C medida a la salida de los depósitos acumuladores.

Caso de transformar energía eléctrica en calor por efecto Joule como apoyo a la energía geotérmica, - se deberán cumplir las siguientes limitaciones:

- Cuando se emplee una bomba de calor la relación entre potencia eléctrica de apoyo transformable en calor por efecto Joule y potencia eléctrica en los bornes del compresor será igual o inferior a 1,2.

- Cuando se emplee una instalación que use una fuente continua de energía residual (geotérmica en - nuestro caso), ésta cubrirá, al menos, el 60% de las necesidades energéticas anuales.

### 3.3.2. Piscina

La piscina climatizada contemplada en el - presente Informe deberá cumplir las siguientes limitaciones térmicas en consonancia con la norma IT.IC.04 (Exigencias de rendimiento y ahorro de energía) del MOPU:

- En las piscinas privadas y las públicas - no cubiertas, solo podrán utilizarse para el calentamiento del agua fuentes de energía no convencionales o residuales

- No se podrá consumir energía convencional para mantener en piscinas cubiertas temperaturas secas superiores a 28°C y humedades relativas inferiores al 65%.

### 3.3.3. Digestor

El digestor complementa la explotación agropecuaria produciendo biogás (metano) a partir de los estiércoles y purines (aguas residuales en general) procedentes de la explotación, gracias al proceso de digestión anaerobia expuesto en el esquema adjunto. (Gráfico nº 1).

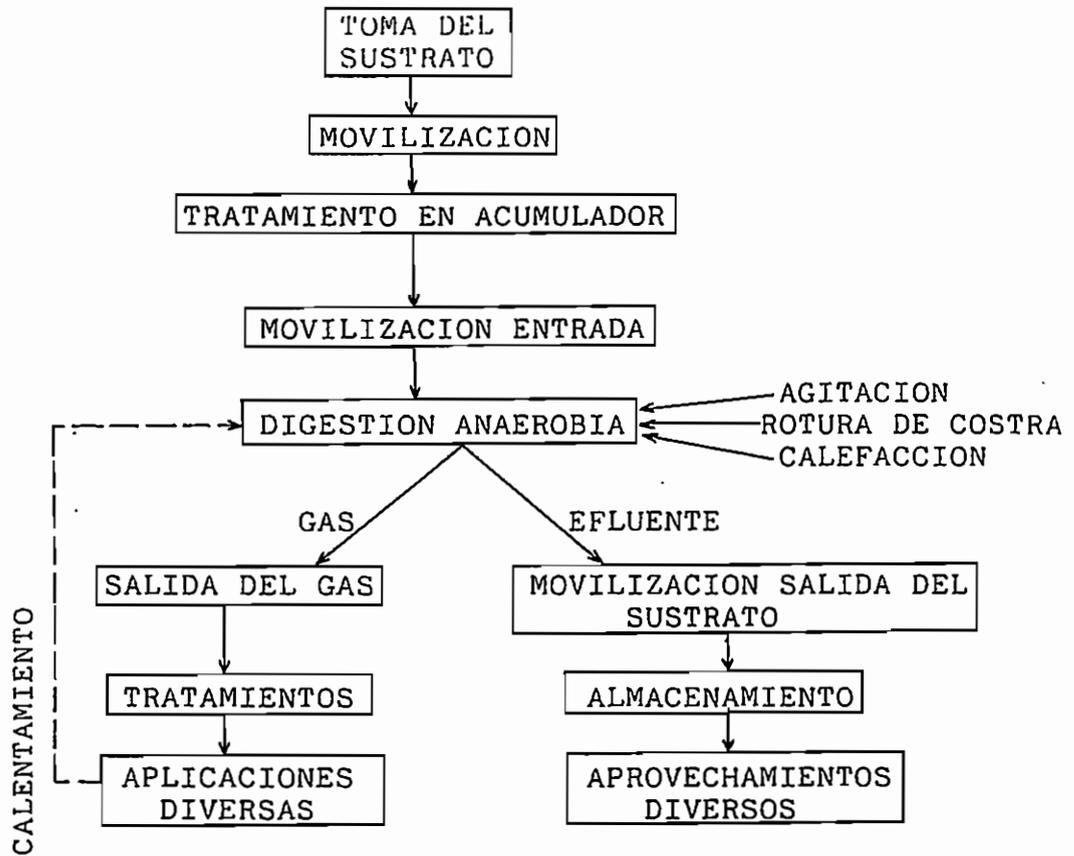


GRAFICO Nº 1 - ESQUEMA DEL PROCESO DE DIGESTION ANAEROBIA  
 (Fuente: ORTIZ-CANAVALATE, J. y CARNICERO, A. 1983)

Como puede observarse, el proceso requiere una fase de calefacción que permite y obliga a mantener - las siguientes condiciones orientativas:

- Temperatura del sustrato en el interior - del digestor =  $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

- Temperatura del agua del sistema de calefacción =  $60^{\circ}\text{C}$ .

Otras temperaturas son asimismo admisibles, aunque si no alcanzan los valores incluidos, la producción de gas será menor.

#### 4.- DISEÑO

---

La disposición general del conjunto puede apreciarse en el Gráfico nº 2. El complejo agropecuario - geotérmico consta de un invernadero y una nave de conejos, en los cuales la calefacción y el agua caliente sanitaria se consigue gracias a la energía geotérmica. Estos dos elementos son los que se van a estudiar con detalle para demostrar la viabilidad económica y técnica del sistema.

Adosado a la nave de conejos, y suministrándose de la misma, se dispone un digestor que aprovecha la energía residual (desechos orgánicos y agua caliente de evacuación) y es calentado por energía geotérmica. Con esto conseguimos una mayor eficacia energética y un aprovechamiento integral de los recursos del complejo, pudiendo asimismo emplear como sustrato del digestor todas las aguas residuales producidas en la explotación.

Finalmente y complementado al conjunto, se disponen un edificio o local de uso no definido (viviendas oficinas, laboratorios, centro educativo, etc) y una piscina climatizada que, al igual que los elementos anteriores, aprovecha la energía geotérmica.

Un número indeterminado de bombas de calor puede ser intercalado en el diseño global para elevar la eficacia, temperatura y prestaciones del conjunto.

A continuación se describen brevemente los elementos del conjunto, insistiendo de manera especial en el invernadero y la nave de conejos.

#### 4.1. INVERNADERO

Está formado por dos cuerpos adosados de -

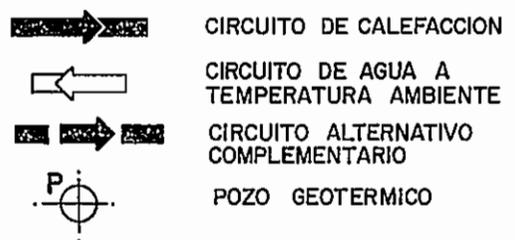
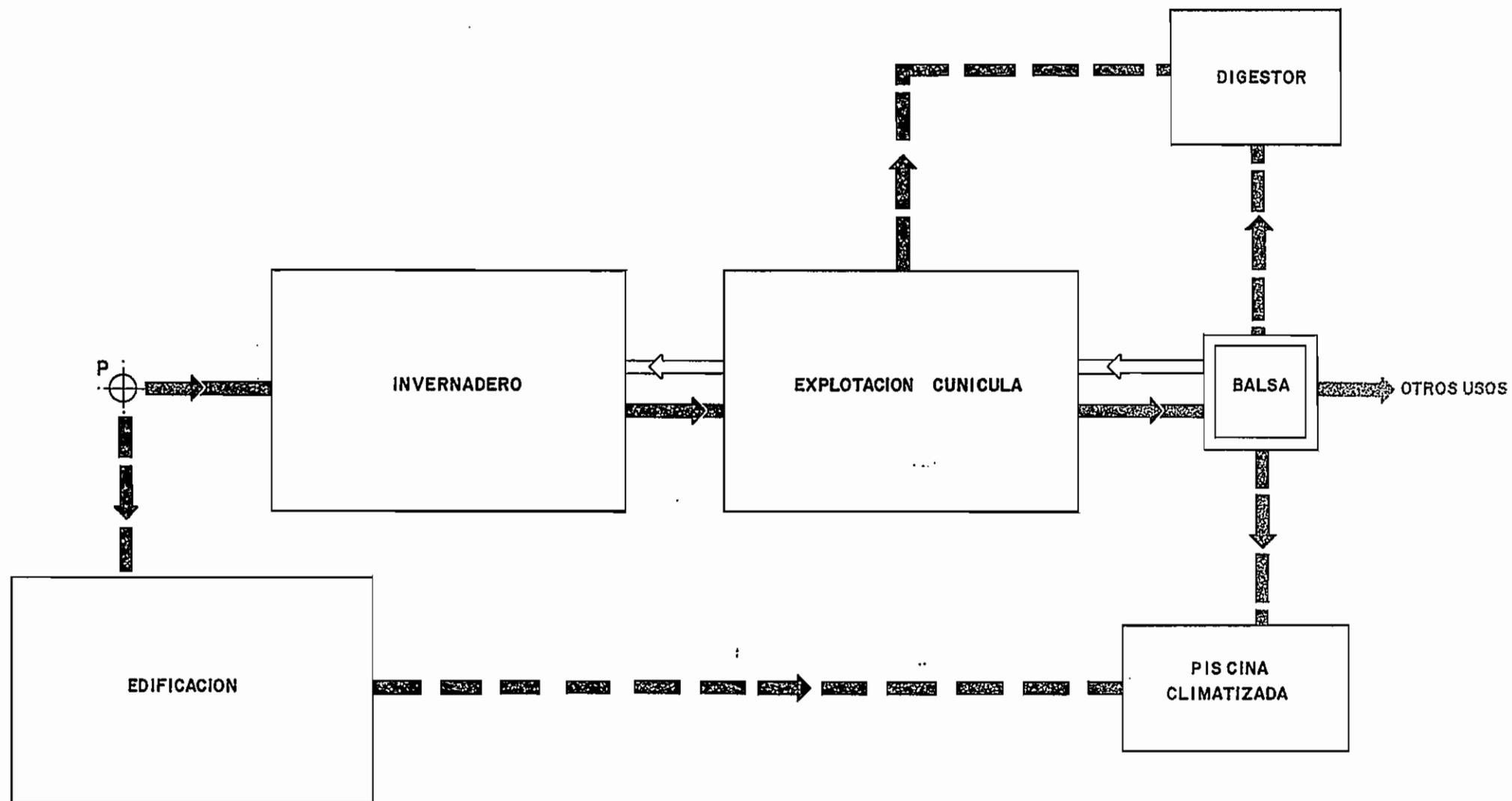


GRAFICO Nº2 - ESQUEMA GENERAL DEL COMPLEJO AGROPECUARIO GEOTERMICO

techumbre curva (invernadero tipo kioto) con una luz en cada uno de 6 m. La altura máxima en cumbre es de 2,5m.

El circuito de calefacción está constituido por conducciones en el suelo y por conducciones aéreas, todas ellas de polietileno de alta densidad.

La calefacción en el suelo está formada por una tubería principal AE de 110 mm de diámetro de la que parten cuatro tuberías secundarias en zig-zag (BF, CG, DH y EE') con un diámetro de 63 mm. Estas tuberías ceden el agua a otra colectiva (FI).

En el Plano nº 1 figura el trazado de la calefacción del suelo. De su observación se deducen para cada conducción la longitud y el diámetro exterior que se indica a continuación:

TRAMO	DIAMETRO (mm)	LONGITUD (m)
AB	110	1.0
BC	90	9.0
CD	75	9.0
DE	63	9.0
BF	63	91.5
CG	63	91.5
DH	63	91.5
EE'	63	111,5

A estas conducciones habría que añadir la tubería by-pass que permite la circulación de agua en caso de avería en el interior del circuito del invernadero. Su longitud es de 45,30 m y está constituida por PVC.

La parte de calefacción aérea (Plano 2') está formada por una única conducción, en zig-zag de polieti

leno de alta densidad con un diámetro de 110 mm. Se encuentra a 1.50 m del suelo y su longitud total es de 235 m.

Así pues, en el invernadero, la longitud total de las conducciones térmicas será de 695.3 m, desglosados según los diámetros, de la siguiente forma:

Conducciones de 110 mm de diámetro .....	237.0 m
"    "    90    "    "    .....	9.0 m
"    "    75    "    "    .....	9.0 m
"    "    63    "    "    .....	395.0 m
Tubería by-pass (110 mm) .....	<u>45.3 m</u>
<u><u>TOTAL CONDUCCIONES DE CALEFACCION 695.3 m</u></u>	

A estas conducciones habría que añadir los 100 correspondientes al tramo de conducción general, es decir, la longitud necesaria para cubrir la distancia comprendida entre el pozo y la acometida al invernadero (100 m). Esta tubería sería de PVC con aislante, y con un diámetro exterior de 110 mm.

#### 4.2. EXPLOTACION CUNICOLA

El conjunto de la explotación cunicola se articula como un módulo, de dimensiones 41 m x 18,4 m, susceptible de adosarse con sucesivos módulos iguales adyacentes. El caso que aquí se considera es el de un solo módulo, que por tanto ocupa una extensión de 754 m<sup>2</sup> útiles.

La distribución general del conjunto figura en el Plano nº 3. Como puede apreciarse, cada módulo consta de siete unidades, a saber:

- Reproductores y reposición 1: local destinado a hembras y madres reproductoras, así como a animales de reposición. El alojamiento es individual (salvo en hem-

bras lactantes, que permanecen junto a los gazapos las cuatro primeras semanas) en jaulas de un solo piso (sistema "flat deck"). El total de jaulas es de 351, en tres hileras dobles de 117 jaulas cada una.

- Reproductores y reposición 2: con la misma finalidad que el anterior. En este caso el total de jaulas es de 30 agrupadas en tres hileras dobles de 10 jaulas cada una.

- Cebo: local destinado al engorde de gazapos, distribuyéndose a razón de 8-10 gazapos/jaula (una camada/jaula). El total de jaulas es de 84, agrupadas en tres hileras dobles de 28 jaulas cada una.

- Lazareto: local destinado a animales enfermos o en cuarentena, por lo cual se mantiene aislado del resto de animales. El total de jaulas es de 36, agrupadas en tres hileras dobles de 12 jaulas cada una.

- Oficinas: local destinado a la organización, control y planificación de la explotación cunícola, registros de todo tipo, etc. Además en este local se dispone el reloj automático de iluminación, el panel de mandos eléctricos para control de la ventilación, botiquín, etc.

- Almacén 1: local destinado al almacenamiento del pienso, útiles y herramientas diversas, tales como escaleras, carretillas, etc. Asimismo se dispone en este local (o bien en el almacén 2 indistintamente) el depósito elevado del agua, el grupo electrógeno, la pila de lavado de material, botiquín veterinario con su correspondiente mesa de tratamiento, etc.

- Almacén 2: con la misma finalidad que el anterior, permitiendo usos alternativos en el almacenamien

to general de material y utensilios. Caso de necesitarse - más espacio, existen pequeños silos metálicos prefabricados susceptibles de adosarse al almacén 1 y/ò 2.

El objetivo y planteamiento general perseguido con la siguiente distribución, susceptible por otra parte de modificaciones, es el diseño de una explotación - cunícola geotérmica de ambiente controlado con 501 jaulas individuales de un solo piso (36 de las mismas en lazareto) que puede usarse bien para 415 hembras y 50 machos reproductores, o bien en aptitud mixta, para 300 hembras y 33 machos reproductores, 50 animales de reposición y 973 gaza pos en engorde.

A continuación analizaremos las características de diseño que deben reunir las instalaciones anexas a la nave propiamente dicha, en concreto las referentes al ambiente controlado (calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación) y a las jaulas, material accesorio y sistema de limpieza y manejo de excrementos.

#### 4.2.1. Calefacción

El trazado de la red de calefacción responde al esquema mostrado en el plano nº 4, donde la tubería radiante es de polietileno de alta densidad ( $\emptyset = 110$  mm).

Dado que el balance térmico exige una longitud de 355,2 m para mantener las condiciones deseadas, esta se reparte proporcionalmente a las superficies de los locales a calentar, que son:

- Reproductores y reposición 1 (RR1):	355,5 m <sup>2</sup>
- Reproductores y reposición 2 (RR2):	46,8 m <sup>2</sup>
- Cebo (C):.....:	99,0 m <sup>2</sup>
- Lazareto (L) .....	54,0 m <sup>2</sup>

lo que implica las siguientes longitudes de tuberías:

RR1:	227,4 m
RR2:	30,0 m
C:	63,3 m
L:	<u>34,5 m</u>
TOTAL:	355,2 m

Como puede apreciarse en el plano antes indicado, se cumplen los requisitos exigidos, puesto que:

RR1:	Tramo $\overline{BC}$ + Tramo $\overline{EF}$ = 31,7 + 195,7 = 227,4 m.
RR2:	Tramo $\overline{DE}$ = 30,0 m
C:	Tramo $\overline{AB}$ = 63,3 m
L:	Tramo $\overline{CD}$ = 34,5 m

Para el caso más desfavorable, que es el - que estamos considerando, el caudal que circula por el circuito de calefacción es el de 3 l/seg, con temperaturas de 52,1 y 47,4°C de entrada y salida al circuito respectivamente. Como es lógico, existen una serie de elementos complementarios al sistema, tales como bombas, termostatos, - válvulas, etc.

#### 4.2.2. Ventilación - Refrigeración

El sistema empleado es el de ventilación dinámica por sobrepresión con refrigeración, que complementa el filtrado del aire con la posibilidad de humidificar en verano gracias a paneles de refrigeración, que reducen la temperatura del aire a expensas de evaporar agua. Con dicha evaporación, el calor absorbido por el agua enfría el aire, al mismo tiempo que aumenta el nivel higrométrico en el local, sin variar la temperatura del termómetro de bola húmeda.

Los mencionados paneles de refrigeración - consisten en un material fibroso continuamente humedecido. Para que la filtración y humectación del aire de entrada - sea efectiva deben cambiarse con frecuencia, así como utilizar velocidades de circulación del aire reducidas de 40 o 50 metros por minuto. Los caudales recomendados vienen - indicados en el apartado 6.3.2.

Los inyectores de aire se comunican con repartidores de plástico agujereado, similares al de la figura, que discurren a lo largo de la nave. Las salidas al exterior son regulables y provistas de pantallas deflectoras que impiden el paso de la luz y la incidencia de corrientes directas sobre los animales (Gráfico nº 3).

Finalmente la graduación del sistema está - automatizada gracias a termostatos y aparatos de control - diversos situados a la altura de los animales.

#### 4.2.3. Iluminación

La instalación de luz artificial, dadas las características de ambiente controlado de la explotación, cumple las recomendaciones del apartado 3.2.4., estando totalmente automatizada.

#### 4.2.4. Jaulas y material accesorio

Como ya se ha mencionado anteriormente, las

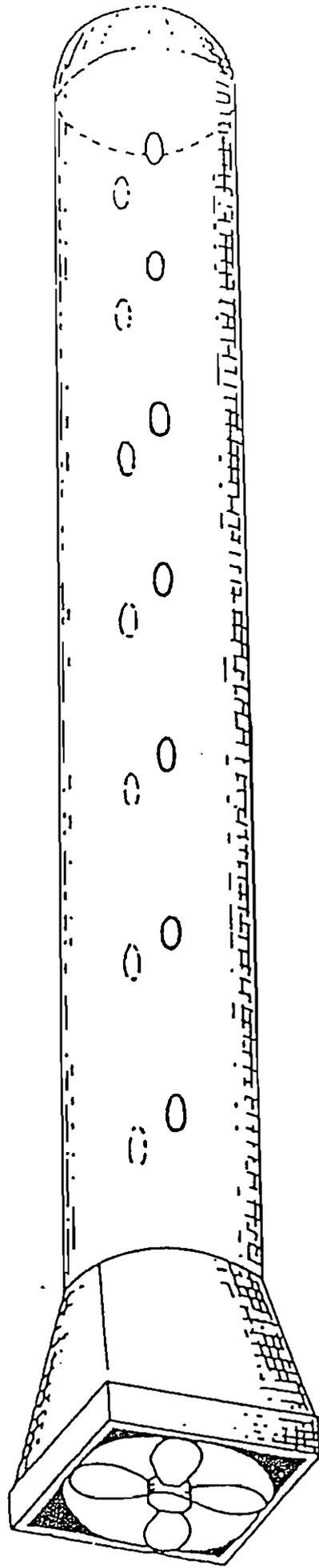


Gráfico nº 3.- Esquema del tubo de reparto

jaulas siguen el sistema "flat dek" de un solo piso, a base de malla electrosoldada. Estas jaulas son independientes, desmontables o intercambiables, permitiendo las operaciones de limpieza, desinfección y conservación en el almacén destinado a tal efecto.

Las dimensiones son de 0,60 x 0,80 x 0,50m por tanto aptas para cualquier actividad, permitiendo la instalación del nido en su interior.

Los comederos son de tolva de plancha galvanizada y únicos, tanto para reproductores y reposición como para engorde, de 3 kg de capacidad, capaces de contener alimento concentrado durante dos días en una jaula con 8-10 animales. Cada 3 animales disponen de 7 cm. lineales de comedero, por lo que cada tolva dispondrá de tres departamentos de la mencionada longitud.

La tolva irá adosada exteriormente a la jaula para facilitar la distribución del alimento, no ocupando superficie de la misma:

Los bebederos son automáticos de "pipeta" en acero inoxidable, disponiendo uno en cada jaula.

Los nidales son transportables y de uso múltiple (de larga duración), fabricados en plancha galvanizada.

#### 4.2.5. Sistema de limpieza

Debajo de las jaulas se sitúan canales de desyecciones de plancha galvanizada que desembocan en la fosa de purines, la limpieza de dicho canal es automática gracias al rascador que elimina las heces abocándolas a la fosa de purines.

Por otra parte se dispone de puntos de agua para complementar la limpieza con mangueras y agua a presión.

Finalmente, se utiliza el soplete de gas para la limpieza de pelos, etc, así como otros utensilios complementarios para el mantenimiento de una limpieza y seguridad adecuada en la explotación.

#### 4.3. Balsa

Tendrá unas dimensiones útiles de 8.0 x 7.5 x 1.5 m lo que representa un volumen de 90 m<sup>3</sup>.

A esta balsa llegará el agua procedente del circuito de calefacción. Una parte de este agua, tras su enfriamiento hasta la temperatura ambiente, será reciclada y se destinará a riegos en el invernadero y a usos propios de la explotación cunicola. El resto, se empleará en otros usos como podrían ser piscinas, digestores de materia orgánica y edificaciones.

La distribución del agua desde la balsa a las naves de la explotación será por gravedad, aunque eventualmente podrían precisarse bombas de poca potencia (del orden de 1 Cv). Dicha distribución consistiría en una conducción de PVC de un diámetro de 50 mm y una longitud aproximada de 100 m.

#### 4.4. RESTO DE LAS INSTALACIONES

Por lo que se refiere a la piscina climatizada, y dado que el agua caliente disponible se espera sea de buena calidad, el diseño es prácticamente el convencional que se adopte empleando directamente el agua termal.

El diseño de la calefacción de la edificación figura en el Gráfico nº 4, admitiendo variantes en función de la utilidad a que sea destinada.

Finalmente, el digestor puede adoptar el diseño expresado en el Gráfico nº 5; no obstante otros esquemas que respetan el sistema de calefacción pueden ser asimismo aceptados.

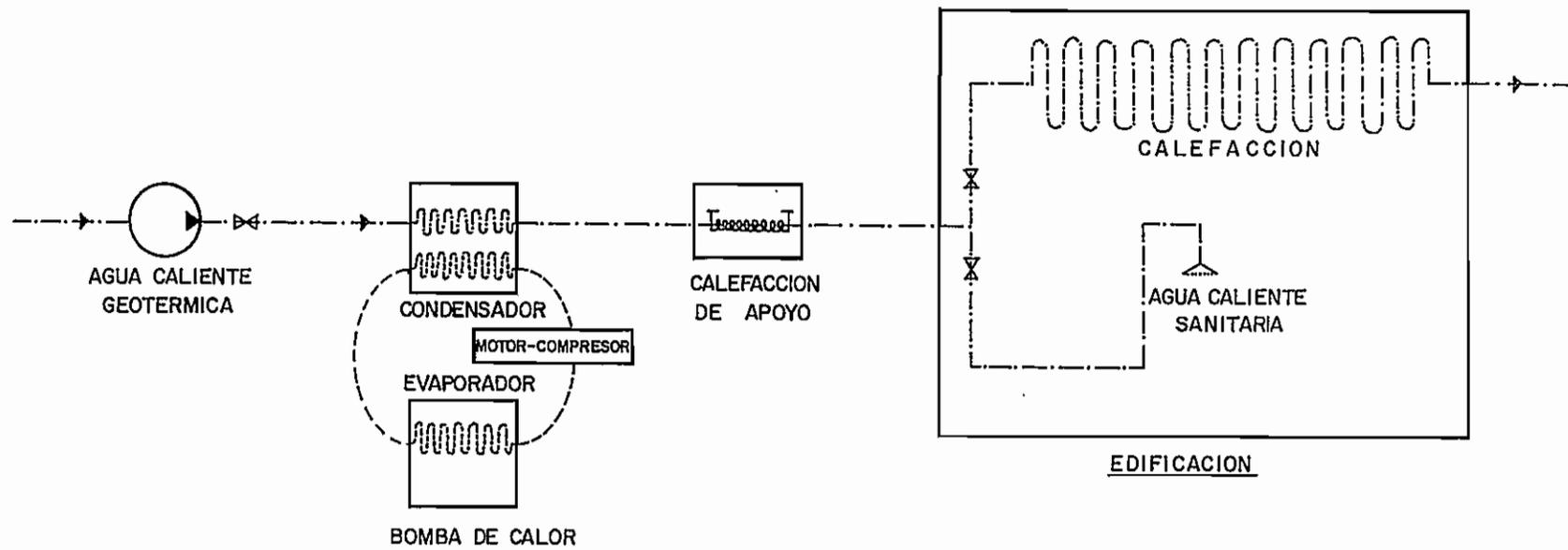
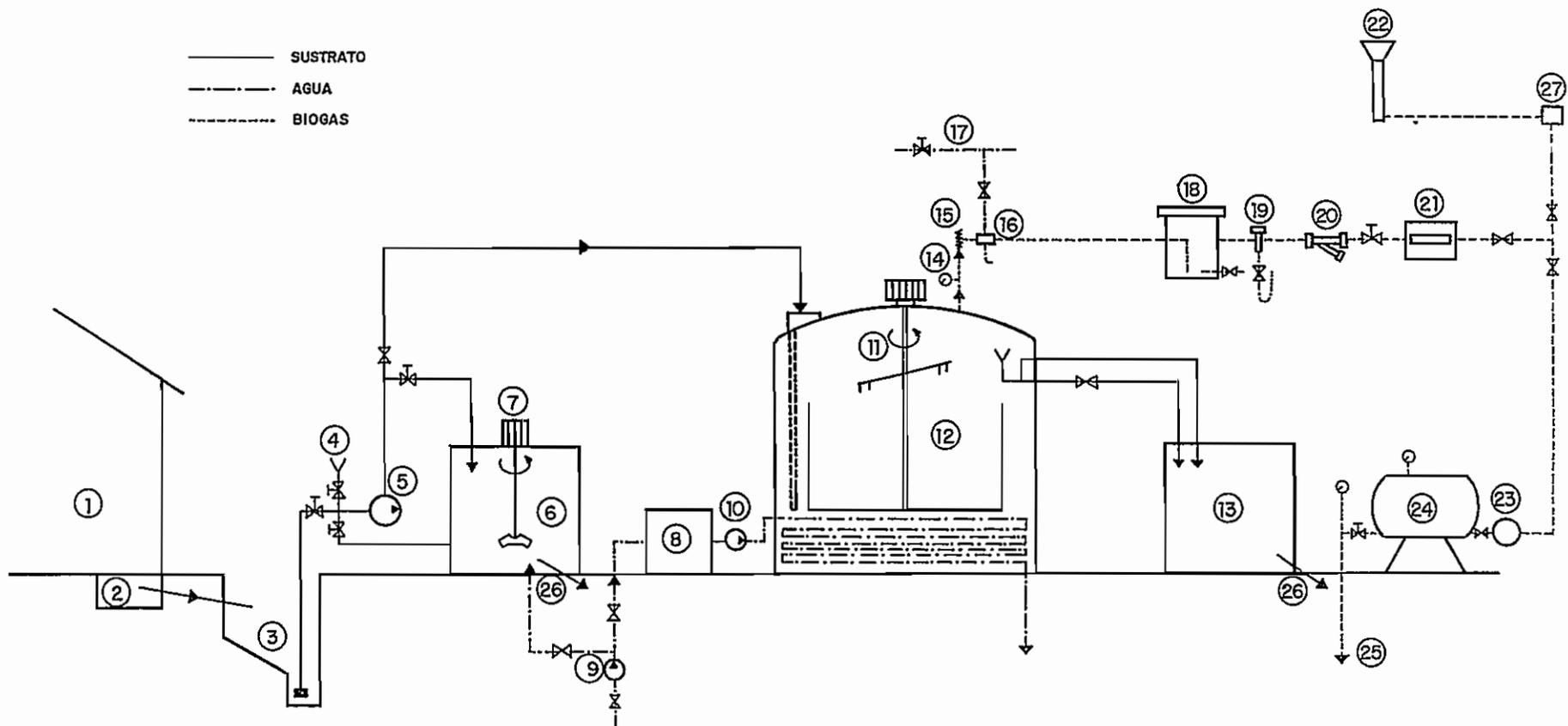


GRAFICO Nº4 - DISEÑO GENERAL DE LA CALEFACCION EN LAS EDIFICACIONES



- |                               |                                      |                            |                          |
|-------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1 - NAVE DE CONEJOS           | 8 - BOMBA DE CALOR                   | 15 - VALVULA DE SEGURIDAD  | 22 - ANTORCHA            |
| 2 - COLECTOR                  | 9 - BOMBA EXTRACCION AGUA CALIENTE   | 16 - REFRIGERADOR DE GAS   | 23 - COMPRESOR DE BIOGAS |
| 3 - ARQUETA                   | 10 - BOMBA CIRCULACION AGUA CALIENTE | 17 - CIRCUITO DE AGUA FRIA | 24 - DEPOSITO DE GAS     |
| 4 - CEBADOR DE LA BOMBA       | 11 - AGITADOR DEL DIGESTOR           | 18 - FILTRO DE $SH_2$      | 25 - SALIDA DE GAS       |
| 5 - GRUPO ELECTROBOMBA        | 12 - DIGESTOR                        | 19 - SEPARADOR DE AGUA     | 26 - DESAGÜES            |
| 6 - DEPOSITO DE MEZCLA PREVIA | 13 - TANQUE DE RECOGIDA DE EFLUENTES | 20 - FILTRO DE GAS         | 27 - APAGALLAMAS         |
| 7 - TRITURADOR - AGITADOR     | 14 - MANOMETRO                       | 21 - CONTADOR DE GAS       |                          |

GRAFICO Nº 5 - ESQUEMA GENERAL DEL DIGESTOR  
(Adaptado de J.ORTIZ - CAÑAVATE, 1982)

## 5.- CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

---

## 5.1. INVERNADERO

Cada invernadero está constituido por dos - cuerpos adosados de techumbre curva. Las dimensiones totales son 39 x 12 m. A continuación se describen sus principales características constructivas, que pueden apreciarse con más detalle en los Planos números 5 y 6.

### 5.1.1. Estructura

Está formada por arcos compuestos, con una altura máxima en cumbre de 2,50 m, y una separación entre sí de 3 m.

A lo largo de todo el invernadero y uniendo los arcos van fijadas 5 correas, una en la cumbre y otras dos a izquierda y derecha de esta, con una separación entre sí de 1,20 m.

Los pies derechos, exteriores están constituidos por tubos galvanizados de 1" de diámetro, y van dispuestos cada 3 m, con arriostamientos de alambres de 8 mm con sus correspondientes tensores.

La jacena central, al igual que los pies derechos centrales, están formadas por perfiles metálicos - huecos de sección cuadrada.

El resto de los pies derechos estará constituido por tubos galvanizados, circulares, de 1" de diámetro.

Además de los arriostamientos anteriormente mencionados, se dispondrán los correspondientes puntales en los extremos exteriores de los arcos.

### 5.1.2. Cimientos

Están constituidos por dados de hormigón de sección trapezoidal.

### 5.1.3. Frontales

En las partes anterior y posterior de cada invernadero se colocarán vertical y horizontalmente un conjunto de perfiles galvanizados, circulares, de 1" de diámetro. Los perfiles verticales tendrán una separación de 0.8 m e irán enterrados en el suelo en su extremo inferior. Los horizontales irán fijados a los anteriores mediante las correspondientes abrazaderas.

### 5.1.4. Cubierta

Será de polietileno térmico doble de 0.8 mm de espesor.

Se fijará a la estructura metálica mediante entramado de alambre por encima y debajo de ella.

El entramado estará constituido de la siguiente forma:

- Encima del plástico se coloca una retícula formada por alambres del 14, con cuadrículas de 50 x 50 cm.

- Bajo el plástico se coloca otra malla del mismo tipo de alambre (1 x 0.25 m). Esta retícula se tensa sobre el armazón del invernadero.

## 5.2. NAVE DE CONEJOS

La nave está constituida por dos cuerpos -

adosados, con cubierta a dos aguas cada uno. Las dimensiones totales son 41 x 18,4 m. A continuación se describen sus principales características constructivas.

#### 5.2.1. Cimientos

El cimiento es continuo, de sección y profundidad uniforme. El relleno de las zanjas de cimentación se hace con hormigón de 200 kg de cemento.

#### 5.2.2. Estructura

La estructura está formada por pórticos dobles prefabricados de hormigón pretensado, donde apoyan las correas, asimismo de hormigón pretensado, y donde a su vez se sujeta a la cubierta.

#### 5.2.3. Fábricas, revestimientos y pinturas

Tanto las fábricas exteriores (muros), como las interiores (tabiques) se realizan con ladrillo hueco - de 15 cm, revocado interior y exteriormente con 2 cm de material. Dichos ladrillos serán colocados a soga en las fábricas exteriores, y a panderete en las interiores. Los revestimientos exteriores e interiores de los paramentos irán enfoscados y enlucidos, excepto en zonas húmedas, tales como la pila de lavado donde estarán alicatados.

Los paramentos interiores se encalarán, - aplicándose en dos manos cruzadas.

#### 5.2.4. Cubierta

La cubierta irá sujeta a las correas y consta de placas prefabricadas de fibrocemento ondulado aisla-

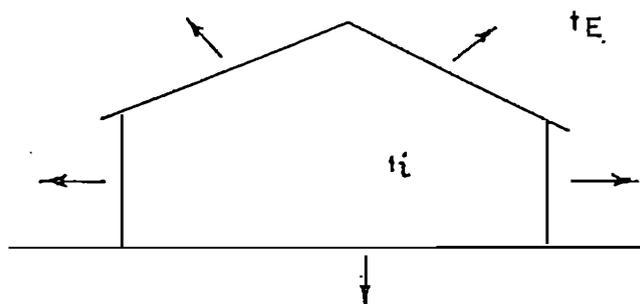
das con mantas de fibra de vidrio de 4 cm. sostenida por placas interiores igualmente de fibrocemento ondulado, - siendo el grueso de éste de 5 mm.

6.- BALANCE TERMICO

---

## 6.1. PLANTEAMIENTO GENERAL

Para mantener una temperatura dada en cualquier tipo de local se precisa suministrar una cantidad de calor igual al calor perdido en toda su superficie:



La temperatura  $t_i$  se fija, en este caso particular, en función de las necesidades de los cultivos o de los animales. Siendo  $t_E$  la temperatura exterior, se verifica que:

$$t_i > t_E$$

En nuestro caso se han considerado como temperaturas externas los valores resultantes del ajuste de Gumbel (apartado 2.2.1) para las temperaturas medias de las mínimas. En función de dicho ajuste se obtuvieron los siguientes valores:

MES	TEMP.EXTERIOR(°C)
Octubre	5,9
Noviembre	2,1
Diciembre	0,2
Enero	-1,3
Febrero	-1,3
Marzo	1,1
Abril	3,2
Mayo	5,2
Junio	8,9
Julio	10,6
Agosto	10,9
Septiembre	8,9

Como temperaturas interiores en los invernaderos se ha considerado el intervalo comprendido entre los 12°C y los 22°C y de 14°C en la explotación cunícola.

El balance térmico puede expresarse de la forma:

$$Q \left( \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} \right) = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 - E.s - C.a$$

en donde  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  y  $Q_4$  son pérdidas de calor, E.s la energía solar recibida y C.a el calor animal aportado.

Las pérdidas de calor corresponden a los siguientes conceptos:

- $Q_1$  = pérdidas por conducción-convección a través de las paredes y techo. Viene expresada en  $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$
- $Q_2$  = pérdidas por renovación del aire, en  $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$
- $Q_3$  = pérdidas por el suelo del local en  $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$
- $Q_4$  = pérdidas por radiación del suelo a la atmósfera. Vienen dadas asimismo en  $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$
- E.s = energía solar recibida. Se expresa en las mismas unidades que las anteriores.
- C.a = calor animal aportado. Se expresa en Kcal/h

A continuación se lleva a cabo el cálculo de las pérdidas de calor así como de la aportación de energía solar. En resumen, se calcula el balance térmico en cada local.

## 6.2. PERDIDAS DE CALOR EN EL INVERNADERO

### 6.2.1. Pérdidas por conducción-convección

Estas pérdidas vienen dadas por la expresión:

$$Q_1 \left( \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} \right) = K \cdot s \cdot (t_i - t_E)$$

en donde K es un coeficiente variable según materiales, S es la superficie cubierta en  $\text{m}^2$ , y  $t_i - t_E$  la diferencia de temperatura interior y exterior. Algunos valores de K son:

- Vidrio de 3 a 6 mm en pared simple .....	50	$\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$
- Idem. en pared doble .....	2.8	"
- Polietileno 0.08 mm .....	6.0	"
- Polietileno 0.08 mm en pared doble .....	2.6	"
- Poliester estratificado de 1-2 mm .....	4.9	"
- Poliester con otra pared de polietileno ...	2.7	"
- Cloruro de polivinilo 3 mm .....	4.9	"
- Cloruro de polivinilo 0.1 mm .....	5.5	"

### 6.2.2. Pérdidas por renovación del aire

Vienen dadas por la expresión:

$$Q_2 \left( \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} \right) = N \times V \times 0.307 (t_i - t_E)$$

en donde N es el número de veces que se renueva el aire - del invernadero, V el volumen del invernadero en  $\text{m}^3$ , 0.307 el calor específico del aire en  $\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C}}$  y  $t_i - t_E$  el salto térmico.

En nuestro caso particular se han considerado los siguientes valores:

- N = 3
- V = 1500  $\text{m}^3$

### 6.2.3. Pérdidas por el suelo del invernadero

Vienen expresadas por la fórmula:

$$Q_3 \left( \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} \right) = \rho \times S \times \Delta t \quad (\Delta t = \text{salto térmico } t_i - t_{\text{suelo}})$$

En este caso puede considerarse para  $\rho$  (coeficiente de conductividad térmica del suelo) un valor de  $1.8 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$  y un  $\Delta t = 5^\circ\text{C}$ .

### 6.2.4. Pérdidas por radiación a la atmósfera

Pueden cuantificarse mediante:

$$Q_4 \left( \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} \right) = 4.4 \times 10^{-8} \times S_R \times P (T_1^4 - T_2^4)$$

en donde:

- $S_R$  = superficie radiante =  $468 \text{ m}^2$
- $P$  = coeficiente de permeabilidad a las radiaciones. Algunos valores son:

. Polietileno .....	0.8
. Cloruro de polivinilo	0.3
. Vidrio .....	0.04

- $T_i$  y  $T_E$  = temperatura interior y exterior en valor absoluto.

En el Cuadro nº 3 vienen indicados cada una de estas pérdidas de calor en  $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$  en función de las diferentes temperaturas exteriores e interiores del invernadero.

CUADRO N° 3.- PERDIDAS DE CALOR EN FUNCION DE LAS TEMPERATURAS EXTERIORES E INTERIORES DEL INVERNADERO.-

MES	TEMPERATURA INTERIOR (t <sub>i</sub> ) (°C)	PERDIDAS DE CALOR (Kcal/h)				TOTALES	
		CONDUCCION-CONVECCION Q <sub>1</sub> +2.4x5(H-t <sub>e</sub> )	RENOVACION Q <sub>2</sub> +3xVx(H-t <sub>e</sub> )	SUELO Q <sub>3</sub> +1.8x5x5	RADIACION Q <sub>4</sub> +4.4x10 <sup>-8</sup> xSxP <sub>1</sub> (t <sub>i</sub> <sup>4</sup> -t <sub>e</sub> <sup>4</sup> )		
Octubre (t <sub>e</sub> =5.9°C)	12	7.422	27.450	4.212	4.505	43.589	
	13	8.639	31.950	4.212	5.272	50.073	
	14	9.855	36.450	4.212	6.047	56.565	
	15	11.073	40.950	4.212	6.830	63.065	
	16	12.290	45.450	4.212	7.621	69.573	
	17	13.506	49.950	4.212	8.420	76.088	
	18	14.723	54.450	4.212	9.228	82.613	
	19	15.940	58.950	4.212	10.044	89.146	
	20	17.157	63.450	4.212	10.869	95.688	
	21	18.374	67.950	4.212	11.702	102.238	
	22	19.590	72.450	4.212	12.543	108.795	
Noviembre (t <sub>e</sub> =2.1°C)	12	12.046	44.550	4.212	7.166	67.974	
	13	13.263	49.050	4.212	7.933	74.458	
	14	14.480	53.550	4.212	8.708	80.960	
	15	15.697	58.050	4.212	9.491	87.450	
	16	16.914	62.550	4.212	10.282	93.958	
	17	18.130	67.050	4.212	11.081	100.473	
	18	19.347	71.550	4.212	11.889	106.998	
	19	20.564	76.050	4.212	12.705	113.531	
	20	21.781	80.550	4.212	13.530	120.073	
	21	22.998	85.050	4.212	14.363	126.623	
	22	24.214	89.550	4.212	15.204	133.180	
Diciembre (t <sub>e</sub> =0.2°C)	12	14.358	53.100	4.212	8.456	80.126	
	13	15.575	57.600	4.212	9.223	86.610	
	14	16.792	62.100	4.212	9.998	93.102	
	15	18.009	66.600	4.212	10.781	99.602	
	16	19.225	71.100	4.212	11.572	106.109	
	17	20.442	75.600	4.212	12.371	112.625	
	18	21.659	80.100	4.212	13.179	119.150	
	19	22.876	84.600	4.212	13.995	125.683	
	20	24.093	89.100	4.212	14.820	132.225	
	21	25.309	93.600	4.212	15.653	138.774	
	22	26.526	98.100	4.212	16.494	145.332	
Enero (t <sub>e</sub> =-1.3°C)	12	16.183	59.850	4.212	9.456	89.701	
	13	17.400	64.350	4.212	10.222	96.184	
	14	18.617	68.850	4.212	10.997	102.676	
	15	19.834	73.350	4.212	11.780	109.176	
	16	21.051	77.850	4.212	12.571	115.684	
	17	22.267	82.350	4.212	13.371	122.200	
	18	23.484	86.850	4.212	14.178	128.724	
	19	24.701	91.350	4.212	14.994	135.257	
	20	25.918	95.850	4.212	15.819	141.799	
	21	27.135	100.350	4.212	16.652	148.349	
	22	28.351	104.850	4.212	17.494	154.907	
Febrero (t <sub>e</sub> =-1.3°C)	12	16.183	59.850	4.212	9.456	89.701	
	13	17.400	64.350	4.212	10.222	96.184	
	14	18.617	68.850	4.212	10.997	102.676	
	15	19.834	73.350	4.212	11.780	109.176	
	16	21.051	77.850	4.212	12.571	115.684	
	17	22.267	82.350	4.212	13.371	122.200	
	18	23.484	86.850	4.212	14.178	128.724	
	19	24.701	91.350	4.212	14.994	135.257	
	20	25.918	95.850	4.212	15.819	141.799	
	21	27.135	100.350	4.212	16.652	148.349	
	22	28.351	104.850	4.212	17.494	154.907	
Marzo (t <sub>e</sub> =1.1°C)	12	13.263	49.050	4.212	7.849	74.374	
	13	14.480	53.550	4.212	8.615	80.857	
	14	15.697	58.050	4.212	9.390	87.349	
	15	16.914	62.550	4.212	10.173	93.849	
	16	18.130	67.050	4.212	10.964	100.356	
	17	19.347	71.550	4.212	11.764	106.873	
	18	20.564	76.050	4.212	12.571	113.397	
	19	21.781	80.550	4.212	13.387	119.930	
	20	22.998	85.050	4.212	14.212	126.472	
	21	24.214	89.550	4.212	15.045	133.021	
	22	25.431	94.050	4.212	15.886	139.579	
Abril (t <sub>e</sub> =3.2°C)	12	13.141	48.600	4.212	7.949	73.902	
	13	14.358	53.100	4.212	8.732	80.402	
	14	15.575	57.600	4.212	9.523	86.910	
	15	16.792	62.100	4.212	10.322	93.426	
	16	18.009	66.600	4.212	11.130	99.951	
	17	19.225	71.100	4.212	11.946	106.483	
	18	20.442	75.600	4.212	12.771	113.025	
	19	21.659	80.100	4.212	13.604	119.575	
	20	22.876	84.600	4.212	14.445	126.133	
	Mayo (t <sub>e</sub> =5.2°C)	12	8.274	30.600	4.212	5.004	48.090
		13	9.491	35.100	4.212	5.770	54.573
14		10.708	39.600	4.212	6.545	61.065	
15		11.925	44.100	4.212	7.328	67.565	
16		13.141	48.600	4.212	8.119	74.072	
17		14.358	53.100	4.212	8.919	80.580	
18		15.575	57.600	4.212	9.726	87.113	
19		16.792	62.100	4.212	10.542	93.646	
20		18.009	66.600	4.212	11.367	100.188	
21		19.225	71.100	4.212	12.200	106.737	
22		20.442	75.600	4.212	13.042	113.296	
Junio (t <sub>e</sub> =8.9°C)	12	3.772	13.950	4.212	2.326	24.260	
	13	4.989	18.450	4.212	3.093	30.744	
	14	6.206	22.950	4.212	3.868	37.236	
	15	7.422	27.450	4.212	4.651	43.735	
	16	8.639	31.950	4.212	5.442	50.243	
	17	9.855	36.450	4.212	6.241	56.759	
	18	11.073	40.950	4.212	7.049	63.284	
	19	12.290	45.450	4.212	7.865	69.817	
	20	13.506	49.950	4.212	8.689	76.357	
	21	14.723	54.450	4.212	9.522	82.907	
	22	15.940	58.950	4.212	10.364	89.466	
Julio (t <sub>e</sub> =10.6°C)	12	1.704	6.300	4.212	1.060	13.276	
	13	2.920	10.800	4.212	1.827	19.759	
	14	4.137	15.300	4.212	2.601	26.250	
	15	5.354	19.800	4.212	3.384	32.750	
	16	6.571	24.300	4.212	4.176	39.259	
	17	7.788	28.800	4.212	4.975	45.775	
	18	9.004	33.300	4.212	5.783	52.299	
	19	10.221	37.800	4.212	6.598	58.832	
	20	11.438	42.300	4.212	7.423	65.373	
	21	12.655	46.800	4.212	8.256	71.923	
	22	13.872	51.300	4.212	9.098	78.482	
Agosto (t <sub>e</sub> =10.9°C)	12	1.338	4.950	4.212	834	11.334	
	13	2.555	9.450	4.212	1.601	17.818	
	14	3.772	13.950	4.212	2.376	24.310	
	15	4.989	18.450	4.212	3.159	30.810	
	16	6.206	22.950	4.212	3.950	37.318	
	17	7.422	27.450	4.212	4.749	43.833	
	18	8.639	31.950	4.212	5.537	50.358	
	19	9.855	36.450	4.212	6.373	56.891	
	20	11.073	40.950	4.212	7.197	63.432	
	21	12.290	45.450	4.212	8.030	69.982	
	22	13.506	49.950	4.212	8.872	76.540	
Septiembre (t <sub>e</sub> =8.9°C)	12	3.772	13.950	4.212	2.326	24.260	
	13	4.989	18.450	4.212	3.093	30.744	
	14	6.206	22.950	4.212	3.868	37.236	
	15	7.422	27.450	4.212	4.651	43.735	
	16	8.639	31.950	4.212	5.442	50.243	
	17	9.855	36.450	4.212	6.241	56.759	
	18	11.073	40.950	4.212	7.049	63.284	
	19	12.290	45.450	4.212	7.865	69.817	
	20	13.506	49.950	4.212	8.689	76.357	
	21	14.723	54.450	4.212	9.522	82.907	
	22	15.940	58.950	4.212	10.364	89.466	

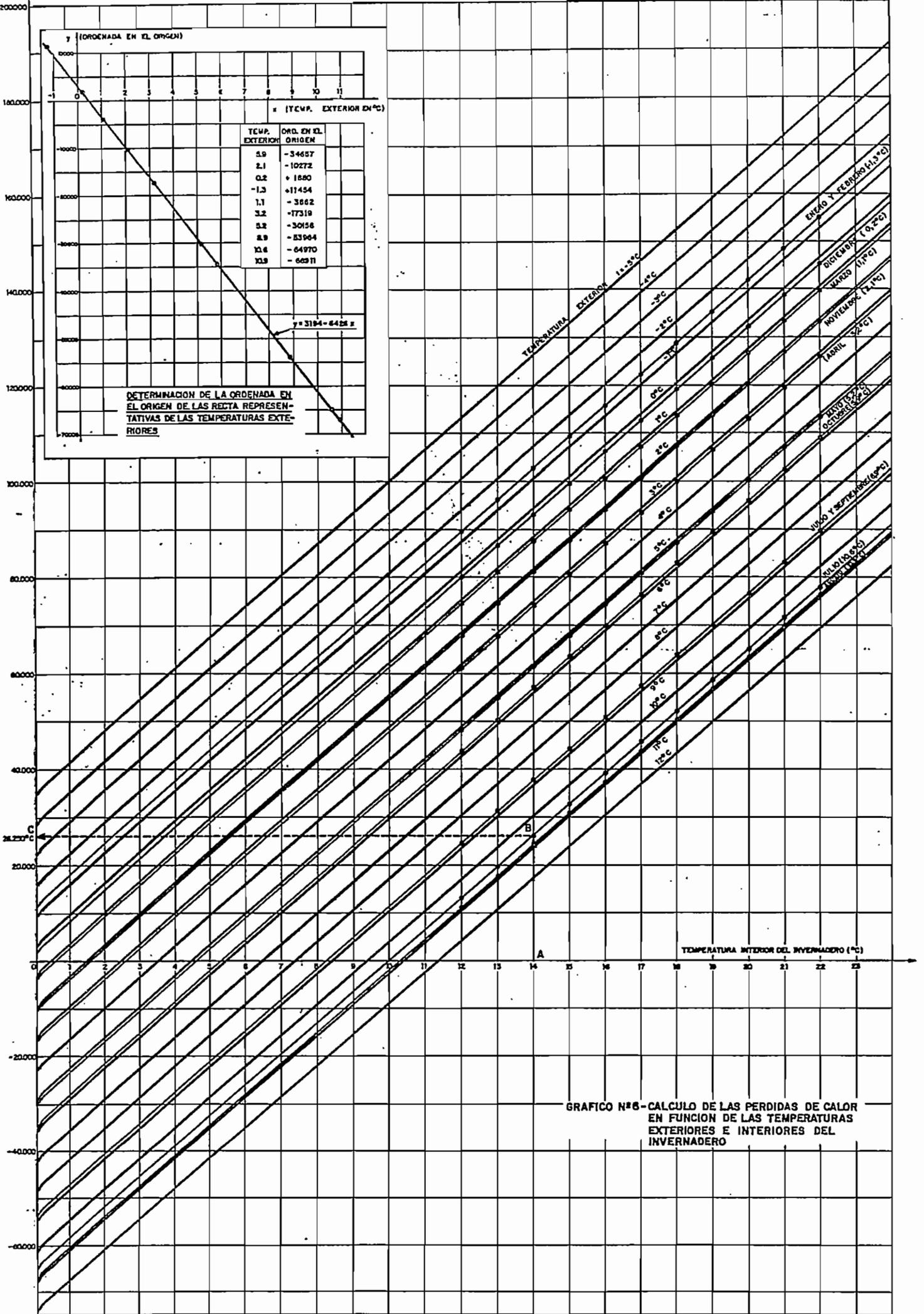
Llevando en abcisas las temperaturas interiores del invernadero (12 a 22°C) y en ordenadas las pérdidas de calor en  $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$ , se obtiene el Gráfico nº 6.. De su observación se deducen las siguientes consideraciones:

- Para cada temperatura exterior representativa del correspondiente mes del año, los valores de las pérdidas totales de calor se distribuyen según una línea recta de la forma  $y = a + b x$  (líneas de trazo grueso).

- En cada caso particular pueden determinarse expresiones analíticas de dichas rectas mediante el correspondiente ajuste estadístico. Aplicando el método de los mínimos cuadrados se obtuvieron para  $a$  y  $b$  los siguientes valores:

TEMP. EXTERIOR(°C)-MES	a	b
5.9 ... Octubre	-34657	6516
2.1 ... Noviembre	-10272	"
0.2 ... Diciembre	1880	"
-1.3 ... Enero	11454	"
-1.3 ... Febrero	11454	"
1.1 ... Marzo	-3862	"
3.2 ... Abril	-17319	"
5.2 ... Mayo	-30156	"
8.9 ... Junio	-53984	"
10.6 ... Julio	-64970	"
10.9 ... Agosto	-66911	"
8.9 ... Septiembre	-53984	"

- Según se pone de manifiesto en la tabla anterior, todas las rectas tienen la misma pendiente, es decir, son paralelas. De aquí se deduce que podría ampliarse el número de estas rectas trazándolas, por ejemplo, de grado en grado centigrado conociendo únicamente sus ordena



das en el origen.

Esto no presenta dificultad ya que se conocen estas ordenadas para las temperaturas exteriores. Estos valores que se indican en la tabla adjunta:

ORDENADA EN EL ORIGEN	TEMP. EXTERIOR ( $t_E$ )
-34.657	5.9
-10.272	2.1
1.880	0.2
11.454	-1.3
-3.862	1.1
-17.319	3.2
-30.156	5.2
-53.984	8.9
-64.970	10.6
-66.911	10.9

Aplicando asimismo a estos valores el ajuste mínimo cuadrático, o bien según se expone en el ángulo superior izquierdo del Gráfico 6, se deduce que las ordenadas en el origen vienen relacionadas con las temperaturas exteriores mediante la expresión:

$$\text{ORD. EN EL ORIGEN} = 3.194 - 6.426 t_E$$

Por consiguiente, entrando con los valores de  $t_E$ , de grado en grado, en dicha expresión se obtienen los puntos de corte con el eje de ordenadas. Trazando por dichos puntos paralelas a las líneas representativas de las temperaturas exteriores consideradas, se obtiene un conjunto de rectas (trazo grueso) que permite, de forma rápida y sencilla el cálculo de las pérdidas de calor en función de las temperaturas exteriores e interiores, aún cuando estas sean diferentes de las consideradas en este

Informe. A título de ejemplo, se indica en el gráfico citado anteriormente, como se procedería, en el caso de  $t_E = 10.6$  y  $t_i = 14^\circ\text{C}$ . Trazando una paralela al eje de ordenadas por  $t_i = 14$  (punto A) se obtiene el punto de corte con  $t_E = 10.6$  (punto B); la paralela trazada desde aquí al eje de abscisas determina el punto C, cuyo valor, 26.250, es análogo al determinado anteriormente en el Cuadro nº 3.

#### 6.2.5. Energía solar recibida por el invernadero

Su valor teórico correspondería al de la radiación global total, pero este valor ha de ser corregido teniendo en cuenta que una proporción de esta radiación global se refleja en las paredes del invernadero, y otra es absorbida y por consiguiente no penetra en el interior.

La radiación global total (suma de los correspondientes a la luz difusa y directa) puede definirse como la energía total de origen solar que recibe una superficie horizontal durante un tiempo determinado en condiciones ideales.

Teniendo en cuenta el conjunto de factores condicionantes como son la latitud ( $\varphi$ ), el número de horas de insolación efectiva ( $n$ ) y el número de horas de insolación máxima ( $N$ ), puede calcularse este concepto mediante la expresión:

$$\text{Rad. Global total} = \text{Rad. Global teórica} \times \left( 0.29 \times \cos \varphi + 0.54 \frac{n}{N} \right)$$

Es decir:

$$\text{R.G.} = \text{R.G.T} \times \left( 0.29 \times \cos \varphi + 0.54 \frac{n}{N} \right)$$

En la tabla que figura a continuación se indica el cálculo de la radiación global en cada uno de los meses del año.

Dicho cálculo se ha llevado a cabo en función de datos registrados en el observatorio de Vitoria - (latitud 43<sup>a</sup> N, y por consiguiente:  $\cos \varphi = 0.731$ ).

Se ha considerado como superficie de invernadero de:

$$39 \times 12 = 468 \text{ m}^2$$

	O	N	D	E	F	M	A	M	J	X	A	S
Rad. global teórica (Angot) en $\frac{\text{cal}}{\text{m}^2 \cdot \text{dia}}$	497	346	280	322	454	639	812	936	984	952	840	679
Rad. global teórica en $\frac{\text{Kcal}}{\text{h} \cdot \text{m}^2}$	199	138	112	129	182	256	325	374	394	381	336	272
Rad. global teórica en $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	93132	64584	52416	60372	85176	119808	112100	175032	184392	17308	157248	12296
n	4.1	2.3	1.5	2.2	3.1	4.5	4.8	5.7	6.6	7.9	6.9	5.9
N	10.9	9.7	8.9	9.4	10.5	11.8	13.4	14.6	15.4	15.0	13.9	12.5
Rad. global total en $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	37253	19375	15725	18112	34070	47923	60840	70013	73757	89154	78624	63648

En cuanto a las pérdidas por absorción, puede establecerse para diversos materiales, la siguiente tabla:

MATERIAL	TRANSPARENCIA (%)	ABSORCION (%)
Polimetacrilato 3 mm	84,5	15.5
Vidrio 6 mm	86,5	14,5
Poliamida 0.1 mm	91.5	8,5
Polietileno 0.1 mm	80.0	20.0
Poliestireno 0.14 mm	90.5	9.5
Cloruro polivinilo 0.25 mm	88.0	12.0
Poliester vidrio 1 mm	74.0	26.0

Por consiguiente, en el caso del polietileno la transparencia a la radiación global supone un 80% del valor de esta última. Aplicando este coeficiente se deduce para la energía solar recibida los siguientes valores mensuales:

Mes	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$
Octubre	29.802
Noviembre	15.500
Diciembre	12.580
Enero	14.490
Febrero	27.256
Marzo	38.338
Abril	48.672
Mayo	56.010
Junio	59.006
Julio	71.323
Agosto	62.899
Septiembre	50.918

#### 6.2.6. Balance térmico en el invernadero

En función de los valores calculados ante-

riormente de las pérdidas de calor (cuadro nº 3) y de la energía solar recibida, puede calcularse por diferencia - el balance térmico.

Dicho balance viene indicado en el Cuadro nº 4. En dicho cuadro figuran dos filas de valores por mes. En la primera figuran las pérdidas de calor totales en  $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$  en función de las temperaturas exteriores e interiores, y en la segunda, la diferencia entre la energía solar recibida y las pérdidas de calor, asimismo en Kcal. El signo menos indica que se precisan aportaciones externas de calor.

Los valores obtenidos se resumen en el gráfico adjunto en donde, en rayado se indican los períodos con déficits de calor, y en blanco los que no requieren - aporte de calefacción.

MES	TEMPERATURA INTERIOR DEL INVERNADERO(°C)										
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Octubre (5.9°C)	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched
Noviembre (2.1°C)	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched
Diciembre (0.2°C)	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched
Enero (-1.3°C)	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched
Febrero (-1.3°C)	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched
Marzo (1.1°C)	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched
Abril (3.2°C)	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched	hatched
Mayo (5.2°C)			hatched								
Junio (8.9°C)							hatched	hatched	hatched	hatched	hatched
Julio (10.6°C)										hatched	hatched
Agosto (10.9°C)									hatched	hatched	hatched
Septiembre (8.9°C)							hatched	hatched	hatched	hatched	hatched

CUADRO N° 4.- BALANCE TERMICO EN FUNCION DE LAS TEMPERATURAS EXTERIORES E INTERIORES DEL  
INVERNADERO

M E S	TEMPERATURA INTERIOR DEL INVERNADERO (°C)										
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Octubre ( $t_E=5.9^\circ\text{C}$ )	43.589	50.073	56.565	63.065	69.573	76.088	82.613	89.146	95.688	102.238	108.795
	-13.800	-20.300	-26.800	-33.300	-39.800	-46.300	-52.800	-59.300	-65.900	-72.400	-79.000
Noviembre ( $t_E=2.1^\circ\text{C}$ )	67.974	74.458	80.950	87.450	93.958	100.473	106.998	113.531	120.073	126.623	133.090
	-52.500	-59.000	-65.500	-72.000	-78.500	-85.000	-91.500	-98.000	-104.600	-111.600	-227.600
Diciembre ( $t_E=0.2^\circ\text{C}$ )	80.126	86.610	93.102	99.602	106.109	112.625	119.150	125.683	132.225	138.774	145.332
	-67.500	-74.000	-80.500	-87.000	-93.500	-100.000	-106.600	-113.100	-119.600	-126.200	-132.800
Enero ( $t_E=-1.3^\circ\text{C}$ )	89.701	96.184	102.676	109.176	115.684	122.200	128.724	135.257	141.799	148.349	154.907
	-75.200	-81.700	-88.200	-94.700	-101.200	-107.700	-114.200	-120.800	-127.300	-133.900	-140.400
Febrero ( $t_E=-1.3^\circ\text{C}$ )	89.701	96.184	102.676	109.176	115.684	122.200	128.724	135.257	141.799	148.349	154.907
	-75.200	-81.700	-88.200	-94.700	-101.200	-107.700	-114.200	-120.800	-127.300	-133.900	-140.400
Marzo ( $t_E=1.1^\circ\text{C}$ )	74.374	80.857	87.349	93.849	100.356	106.873	113.497	119.930	126.472	133.021	139.579
	-36.000	-42.500	-49.000	-55.500	-62.000	-68.500	-75.200	-81.600	-88.100	-94.700	-101.200
Abril ( $t_E=3.2^\circ\text{C}$ )	60.927	67.411	73.902	80.402	86.910	93.606	99.951	106.483	113.025	119.575	126.133
	-12.300	-18.700	-25.200	-31.700	-38.200	-44.900	-51.300	-57.800	-64.400	-70.900	-77.500
Mayo ( $t_E=5.2^\circ\text{C}$ )	48.090	54.573	61.065	67.565	74.072	80.589	87.113	93.646	100.188	106.737	113.296
	+7.900	+1.400	-5.100	-11.600	-18.100	-24.600	-31.100	-37.600	-44.200	-50.700	-57.300
Junio ( $t_E=8.9^\circ\text{C}$ )	24.260	30.744	37.236	43.735	50.243	56.759	63.284	69.817	76.357	82.907	89.466
	+34.700	+28.300	+21.800	+15.300	+ 8.800	+2.200	-4.300	-10.800	-17.400	-23.900	-30.500
Julio ( $t_E=10.6^\circ\text{C}$ )	13.276	19.759	26.250	32.750	39.259	45.775	52.299	58.832	65.373	71.923	78.482
	+58.000	+51.600	+45.100	+38.600	+32.100	+25.500	+19.000	+125.000	+6.000	-600	-7.200
Agosto ( $t_E=10.9^\circ\text{C}$ )	11.334	17.818	24.310	30.810	37.318	43.833	50.358	56.891	63.432	69.982	76.540
	+51.600	+45.100	+38.600	+32.100	+25.600	+19.100	+12.500	+6.000	-500	-7.100	-13.600
Septiembre ( $t_E=8.9^\circ\text{C}$ )	24.260	30.744	37.236	43.735	50.243	56.759	63.284	69.817	76.357	82.907	89.466
	+34.700	+28.300	+21.800	+15.300	+8.800	+2.200	-4.300	-10.800	-17.400	-23.900	-30.500

Se observa que es preciso el empleo de calefacción prácticamente a cualquier nivel de temperatura - exterior e interior salvo en el período Junio-Septiembre.

### 6.3. PERDIDAS DE CALOR EN LA NAVE DE CONEJOS

#### 6.3.1. Pérdidas por conducción-convección

Vienen dadas por la expresión:

$$Q_1 \left( \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} \right) = K \times S \times (t_i - t_e)$$

donde S es la superficie en  $\text{m}^2$  a través de la cual se producen las pérdidas;  $(t_i - t_e)$  el salto térmico o diferencia entre las temperaturas interior y exterior en  $^{\circ}\text{C}$ ; y K un coeficiente variable según materiales expresado en  $\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}}$  cumpliéndose que:

$$K = \frac{1}{R}$$

siendo R la resistencia total del conjunto constructivo - considerado al paso del calor.

El valor de R, expresado en  $\frac{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{Kcal}}$ , viene dado por la expresión:

$$R = R_i + r_1(x_1) + r_2(x_2) + r_3(x_3) + \dots + r_n(x_n) + R_e$$

en la que:

$r_1, r_2, r_3 \dots r_n$  = resistencia del material 1,2,3,, n

$x_1, x_2, x_3 \dots x_n$  = espesor (en m) del material 1,2,3 .. n

$R_i$  = resistencia de paso del calor del aire interior a la superficie interior del elemento constructivo.

$R_e$  = resistencia de paso del calor del aire exterior a la superficie exterior del elemento constructivo.

Como en el caso que nos ocupa la superficie a través de la cual se producen las pérdidas consta de mu-

ro y cubierta, tenemos que:

$$Q_1 = Q_{1c} + Q_{1m} = K_c \times S_c \times (t_i - t_e) + K_m \times S_m \times (t_i - t_e) =$$

$$(K_c \times S_c + K_m \times S_m) (t_i - t_e)$$

A continuación calcularemos estos valores referidos a la cubierta y al muro.

#### 6.3.1.1. Cubierta

Calcularemos la resistencia al paso del calor de una cubierta de fibrocemento ondulado aislada con manta de fibra de vidrio de 4 cm y sostenida por placas interiores igualmente de fibrocemento ondulado, siendo el grueso de éste de 5 mm.

Tomaremos, por tanto, los siguientes valores de cálculo:

Fibrocemento ondulado .....	r = 1,50
Manta de fibra de vidrio ..	r = 30,00
R <sub>i</sub> .....	0,14
R <sub>e</sub> .....	0,04

por consiguiente:

R <sub>i</sub> .....	0,1400
R fibrocemento interior:	
1,50 x 0,005 .....	0,0075
R manta fibra de vidrio:	
30 x 0,04 .....	1,2000
R fibrocemento exterior:	
1,50 x 0,005 .....	0,0075
R <sub>e</sub> .....	0,0400
<hr/>	
R <sub>c</sub> .....	1,3950

por tanto:

$$K_c = \frac{1}{R_c} = 0,72 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Por otra parte, la superficie de la cubierta es la siguiente:

$$S_c (\text{m}^2) = 2 \times 2 \times 41 (\text{m}) \times \left( 4,6 \sqrt{1 + \text{tg}^2 20} (\text{m}) \right) = 802,8 \text{ m}^2$$

#### 6.3.1.2. Muros

Calcularemos la resistencia al paso del calor de un muro de ladrillo hueco de 15 cm, revocado interior y exteriormente con 2 cm de material.

Tomaremos, por tanto, los siguientes valores de cálculo:

Ladrillo hueco tipo medio  $r = 3,33$   
 Enlucido de cemento o cal  $r = 1,67$

por consiguiente:

$R_i$ .....	0,1400
R revoque int: $1,67 \times 0,02$ ..	0,0334
R ladrillo hueco: $3,33 \times 0,15$ ..	0,4995
R revoque ext: $1,67 \times 0,02$ ..	0,0334
$R_e$ .....	0,0400
<hr/>	
$R_m$ .....	0,7500

por tanto:

$$K_m = \frac{1}{R_m} = 1,33 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Siendo, por otra parte, la superficie de los muros la siguiente:

$$S_m (\text{m}^2) = 2 \times (41 (\text{m}) \times 2,5 (\text{m})) + 4 (9,2 (\text{m}) \times 2,5 (\text{m})) + \frac{8 (4,6 (\text{m}) \times 4,6 \text{ tg } 20 (\text{m}))}{2} = 327,8 \text{ m}^2$$

### 6.3.1.3. Pérdidas totales por conducción-convección

Teniendo en cuenta los valores anteriormente calculados, tenemos que las pérdidas totales por conducción convección en la nave considerada responden a la fórmula:

$$\begin{aligned} Q_1 &= (Kc \times Sc + Km \times Sm) (t_i - t_e) = \\ &= (0.72 \times 802,8 + 1,33 \times 327,8) (t_i - t_e) = \\ &= 1.014 (t_i - t_e) \end{aligned}$$

A efectos de las necesidades de calefacción consideramos como temperaturas externas los valores resultantes del ajuste de Gumbel para las medias de las temperaturas mínimas mensuales:

Mes	Temp.Exter.(°C)
Octubre	5,9
Noviembre	2,1
Diciembre	0,2
Enero	-1,3
Febrero	-1,3
Marzo	1,1
Abril	3,2
Mayo	5,2
Junio	8,9
Julio	10,6
Agosto	10,9
Septiembre	8,9

Como temperatura interior de la nave adoptamos una temperatura óptima mínima a mantener de 14°C.

Por tanto, las pérdidas totales por conducción-convección en toda la nave, para cada mes, son las siguientes en el caso más desfavorable.

MES	$t_e$ (°C)	$t$ (°C) = $t_i - t_e$	$Q_1$ (Kcal/h)
Octubre	5,9	8,1	8.213
Noviembre	2,1	11,9	12.066
Diciembre	0,2	13,8	13.993
Enero	-1,3	15,3	15.514
Febrero	-1,3	15,3	15.514
Marzo	1,1	12,9	13.080
Abril	3,2	10,8	10.951
Mayo	5,2	8,8	8.923
Junio	8,9	5,1	5.171
Julio	10,6	3,4	3.447
Agosto	10,9	3,1	3.143
Septiembre	8,9	5,1	5.171

### 6.3.2. Pérdidas por renovación del aire

Vienen dadas por la expresión:

$$Q_2 = 0,307 V_r (t_i - t_e)$$

donde  $V_r$  es el volumen de aire a renovar en  $m^3/h$ ; 0,307 el calor específico del aire en  $Kcal/m^3 \cdot ^\circ C$  y  $t_i - t_e$  el salto - térmico.

En el cuadro adjunto se expresan los caudales de ventilación recomendados, en función de la época - del año y las temperaturas mínimas y máximas medias.

CAUDALES DE VENTILACION RECOMENDADOS SEGUN LA EPOCA DEL AÑO Y LAS TEMPERATURAS MINIMAS Y MAXIMAS MEDIAS (ROCA, T. 1980)			
<u>Epoca año</u>	<u>Temperatura media (°C)</u>	Necesidades por kg de peso vivo	
		<u>en l/ minuto.</u>	<u>en m<sup>2</sup>/ hora.</u>
Invierno	Menor de 0°	10-25	0,6-1,5
	Mayor de 0°	30-40	1,8-2,4
Verano	Menor de 30°	100-120	6,0-7,2
	Mayor de 30°	140-160	8,4-9,6

Para el caso que nos ocupa, las temperaturas medias máximas y mínimas son las siguientes:

MES	t	T
Octubre	8,1	17,4
Noviembre	4,7	11,9
Diciembre	2,7	8,4
Enero	1,3	7,8
Febrero	1,5	9,2
Marzo	4,0	13,5
Abril	5,5	15,4
Mayo	7,8	18,3
Junio	11,0	22,3
Julio	12,9	24,9
Agosto	13,1	25,4
Septiembre	12,0	22,5

Como puede apreciarse, en nuestro caso la mínima media es mayor de 0°C y la máxima media menor de 30°C, por lo que tomamos como valores recomendados:

	<u>l/min.</u>	<u>m<sup>3</sup>/h</u>
Invierno	30-40	1,8-2,4
Verano	100-120	6,0-7,2

Estos caudales se distribuyen a lo largo - del año de la siguiente manera, teniendo en cuenta las temperaturas medias máximas y mínimas de cada mes:

MES	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)
Octubre	5,4
Noviembre	3,6
Diciembre	1,8
Enero	1,8
Febrero	1,8
Marzo	3,6
Abril	3,6
Mayo	5,4
Junio	5,4
Julio	7,2
Agosto	7,2
Septiembre	7,2

Estas cifras vienen expresadas por kg de peso vivo alojado. En nuestro caso, y considerando una ocupación completa del local tendremos:

- 300 hembras reproductoras de 4,5 kg/cabeza
- 33 machos reproductores de 5 kg/cabeza
- 50 machos o/y hembras de reposición de 3 kg/cabeza
- 973 gazapos en engorde de 1 kg/cabeza.

Dicha ocupación supone 2.638 kg de peso vivo en la nave, por lo que el volumen de aire a renovar responde a la fórmula:

$$Q_2 = 0,307 \times 2.638 \times Cr (t_i - t_e) =$$

$$= 810 Cr (t_i - t_e)$$

donde Cr es el caudal de ventilación o renovación recomendado.

Por tanto, las pérdidas por renovación del aire obtenidas, aplicando los valores correspondientes para cada mes del año son las siguientes:

MES	$T_e$ (°C)	$t$ (°C) = $t_i - t_e$	$C_r$ (m <sup>3</sup> /h)	$Q_2$ (Kcal/h)
Octubre	5,9	8,1	5,4	35.424
Noviembre	2,1	11,9	3,6	34.695
Diciembre	0,2	13,8	1,8	20.117
Enero	-1,3	15,3	1,8	22.304
Febrero	-1,3	15,3	1,8	22.304
Marzo	1,1	12,9	3,6	37.610
Abril	3,2	10,8	3,6	31.488
Mayo	5,2	8,8	5,4	38.485
Junio	8,9	5,1	5,4	22.304
Julio	10,6	3,4	7,2	19.826
Agosto	10,9	3,1	7,2	18.076
Septiembre	8,9	5,1	7,2	29.738

Como puede apreciarse, las mayores pérdidas por ventilación no se corresponden con los meses de menor temperatura, sino con los meses de Marzo y Mayo, cosa por otra parte lógica, ya que las necesidades de ventilación - (caudal de renovación) es directamente proporcional a la - temperatura máxima media, y las pérdidas son función del - salto térmico y del caudal del aire a renovar.

### 6.3.3. Pérdidas por el suelo de la nave

Se calculan por la siguiente fórmula:

$$P_3(\text{Kcal/h}) = K \times S \times \Delta t$$

siendo:

K = coeficiente de conductividad térmica del suelo

S = superficie de intercambio térmico

$\Delta t$  = salto térmico entre el suelo y el aire de la nave.

Se estima constante a lo largo de todo el año

$$\Delta t = 10^\circ\text{C} \text{ (GARCIA-VAQUERO, E. 1974).}$$

Como la nave irá provista de una solera de hormigón de 10 cm de espesor se le asigna un valor de  $k = 1,2 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$

Aplicando la fórmula anterior, tenemos que:

$$Q_3 = 1,2 \times (41 \times 18,4) \times 10 = 9.053 \text{ Kcal/h}$$

Valor constante a lo largo del año, que comparado con los dos términos anteriores representa una pequeña cantidad.

### 6.3.4. Pérdidas por radiación a la atmósfera

Vienen cuantificadas por la fórmula:

$$Q_4(\text{Kcal/h}) = 4,4 \times 10^{-8} \times S_r \times P (T_i^4 - T_e^4)$$

donde:

$S_r$  = superficie radiante:  $S_c = 802,8 \text{ m}^2$   
 $S_m = 327,8 \text{ m}^2$

P = coeficiente de permeabilidad a las radiaciones.

Algunos valores de P son:

Polietileno .....	0,8
Cloruro de polivinilo.	0,3
Vicrio .....	0,04

$T_i$  y  $T_e$  = temperaturas interior y exterior, en valor absoluto.

En el caso considerado, y dadas las características constructivas de la nave, se puede considerar:

$P = 0$  y por tanto:

$$Q_4 = 0 \text{ Kcal/h}$$

### 6.3.5. Energía solar recibida

Su proceso de cálculo es análogo al expuesto en el caso del invernadero.

En la tabla que figura a continuación viene expresado el cálculo de la radiación global para cada uno de los meses del año, realizado con datos referentes al observatorio de Vitoria (latitud  $43^\circ$  N por tanto  $\cos \gamma = 0,731$ ) y considerando una superficie de nave de:

$$S = 41 \times 18,4 = 754,4 \text{ m}^2$$

MES	R.G.T.			R.G		
	cal/cm <sup>2</sup> .dia	Kcal/ m <sup>2</sup> .h	Kcal/ h	n	N	Kcal/ h
Octubre	497	199	150.126	4,1	10,9	62.334
Noviembre	346	138	104.107	2,3	9,7	35.410
Diciembre	280	112	84.493	1,5	8,9	25.610
Enero	322	129	97.318	4,2	9,4	32.940
Febrero	454	182	137.301	3,1	10,5	51.010
Marzo	639	256	193.126	4,5	11,8	80.731
Abril	812	325	245.180	4,8	13,4	99.427
Mayo	936	374	282.146	5,7	14,6	119.324
Junio	984	394	297.234	6,6	15,4	131.830
Julio	954	381	287.426	7,9	15,0	142.705
Agosto	840	336	253.478	0,9	13,9	121.707
Septiembre	679	272	205.197	5,9	12,5	95.821

Para el tipo de cubierta considerada la -  
transparencia es nula, y por consiguiente la absorción se-  
rá el 100%. Por lo tanto se tendrá que:

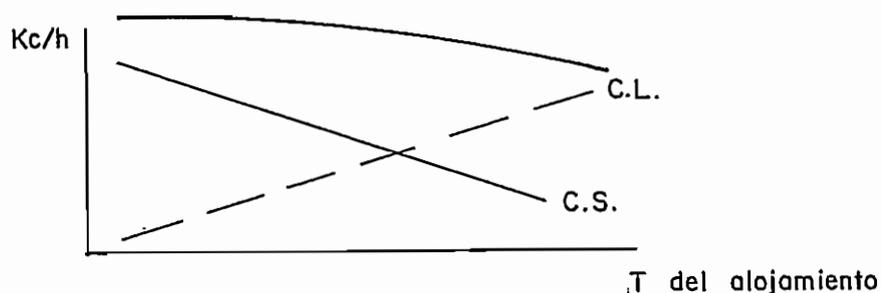
$$E.s = 0 \text{ Kcal/h}$$

#### 6.3.6. Calor animal

Todos los seres vivos emiten calor a conse-  
cuencia de su metabolismo en dos formas:

- por convección y radiación de toda la superficie del  
cuerpo. Este componente se llama calor libre o sensible.
- por respiración y transpiración, o calor latente.

Las variaciones de calor emitido en función  
de la temperatura del local siguen la siguiente evolu-  
ción:



siendo:

- C.T = calor total
- C.S = calor sensible
- C.L = calor latente

se cumple que:  $C.T = C.L + C.S$

Aunque no existen cifras coincidentes respec-  
to a los valores que alcanzan estos términos, generalmente  
se estima que en estabulación fija el calor animal (C.a) o

calor total producido corresponde a las necesidades de mantenimiento, deduciendo un 10% de las mismas necesarias para reposición de tejidos corporales, etc, etc (GONZALEZ-CANO; J. 1983).

En el cuadro nº 5 aparecen las necesidades de mantenimiento de los conejos, expresadas en calorías/día, según diversos autores:

En la columna 2 vienen expresadas las necesidades basales y en la 3 las de mantenimiento (estimadas el doble de las basales). En la 4 se expresan en energía metabolizable (E.M) o energía bruta menos la energía perdida en forma de gases, orina y heces, y en las columnas 5 y 6 en EDF (energía del alimento digerido), que expresa el calor de combustión de la ración, menos el calor de combustión de los alimentos que aparecen en las heces.

Así, si la ocupación del local es la óptima es decir:

- 300 hembras reproductoras de 4,5 kg/cabeza
- 33 machos reproductores de 5 kg/cabeza
- 50 machos y/o hembras de reposición de 3 kg/cabeza.
- 973 gazapos en engorde de 1 kg/cabeza

tendremos el siguiente aporte de calor animal, constante a lo largo de todo el año:

$$C.a \text{ (Kcal/h)} = \frac{0.9}{24} (300 \times 400 + 33 \times 440 + 50 \times 280 + 973 \times 120) = 9.948 \text{ Kcal/h}$$

### 6.3.7. Balance térmico en la explotación cunícola

En función de los valores calculados anteriormente de las pérdidas de calor, de la energía solar recibida y del calor animal aportado, puede calcularse por -

CUADRO N° 5.- NECESIDADES DE MANTENIMIENTO DE LOS CONEJOS EN Kcal/dia (BARO, E. y col. 1977)

Peso vivo kg	Necesidades basales (LEE) Kcal/dia.	Necesidades mantenimien to (BRODY) Kcal/dia	E. Metabolizable mantenimiento (AXELSSON) Kcal/dia	Cifras de AXELSON en E.D.F. Kcal/dia	E.D.F. de las recomendaciones de mantenimien to. Kcal/dia
1,5	80	160	190	-	-
2,0	100	200	230	251	-
2,5	120	240	260	278	-
3,0	140	280	290	310	304-394 HARPER- ADAMS, C 319-386 HASELIN
3,0	160	320	320	339	331 SCHURCH
4,0	180	360	350	371	
4,5	200	400	380	403	429 NRC

diferencia el balance térmico.

Dicho balance se expresa en el Cuadro nº 6 y en el Gráfico nº 7. Como puede observarse para lograr - mantener la temperatura óptima de 14°C en el interior de la nave sometida a las temperaturas mínimas reseñadas se requiere el uso de calefacción a lo largo de todo el año.

Sin embargo, los períodos de mayor necesidad de calefacción no coinciden con los de temperaturas mí nimas. (Enero y Febrero), sino con Primavera y Otoño, épocas en las cuales se incrementan las pérdidas por renovación del aire, puesto que los caudales exigidos para man te ner un microclima adecuado al desarrollo de los conejos au mentan ostensiblemente.

CUADRO N° 6.- BALANCE TERMICO EN LA EXPLOTACION CUNICOLA

MES te: t.exterior	Temperatura interior $t_i$ (°C)	Pérdidas de calor (Kcal/h)					Aportes de calor (Kcal/h)		
		Conducción-Convección $Q_1 = 1.014 (t_i - t_e)$	Renovación $Q_2 = 810 Cr (t_i - t_e)$	Suelo $Q_3 = 9.053$	Radiación $Q_4 = 0$	Pérdidas totales $Q = \sum Q_i$	Energía solar $E.s = 0$	Calor animal $C.a = 9.948$	Balance térmico $B.T = E.s + C.a - Q$ (Kcal/h)
Octubre (te = 5.9°C)	14	8.213	35.424	9.053	0	52.690	0	9.948	-42.742
Noviembre (te = 2.1°C)	14	12.066	34.695	9.053	0	55.814	0	9.948	-45.866
Diciembre (te = 0.2°C)	14	13.993	20.117	9.053	0	43.163	0	9.948	-33.215
Enero (te = -1.3°C)	14	15.514	22.304	9.053	0	46.871	0	9.948	-36.923
Febrero (te = -1.3°C)	14	15.514	22.304	9.053	0	46.871	0	9.948	-36.923
Marzo (te = 1.1°C)	14	13.080	37.610	9.053	0	59.743	0	9.948	-49.795
Abril (te = 3.2°C)	10	10.951	31.488	9.053	0	51.492	0	9.948	-41.544
Mayo (te = 5.2°C)	14	8.923	38.485	9.053	0	56.461	0	9.948	-46.513
Junio (te = 8.4°C)	14	5.171	22.304	9.053	0	36.528	0	9.948	-26.580
Julio (te = 10.6°C)	14	3.447	19.826	9.053	0	32.326	0	9.448	-22.378
Agosto (te = 10.9°C)	14	3.143	18.076	9.053	0	30.272	0	9.948	-20.324
Septiembre (te = 8.9°C)	14	5.171	29.738	9.053	0	43.962	0	9.948	-34.014

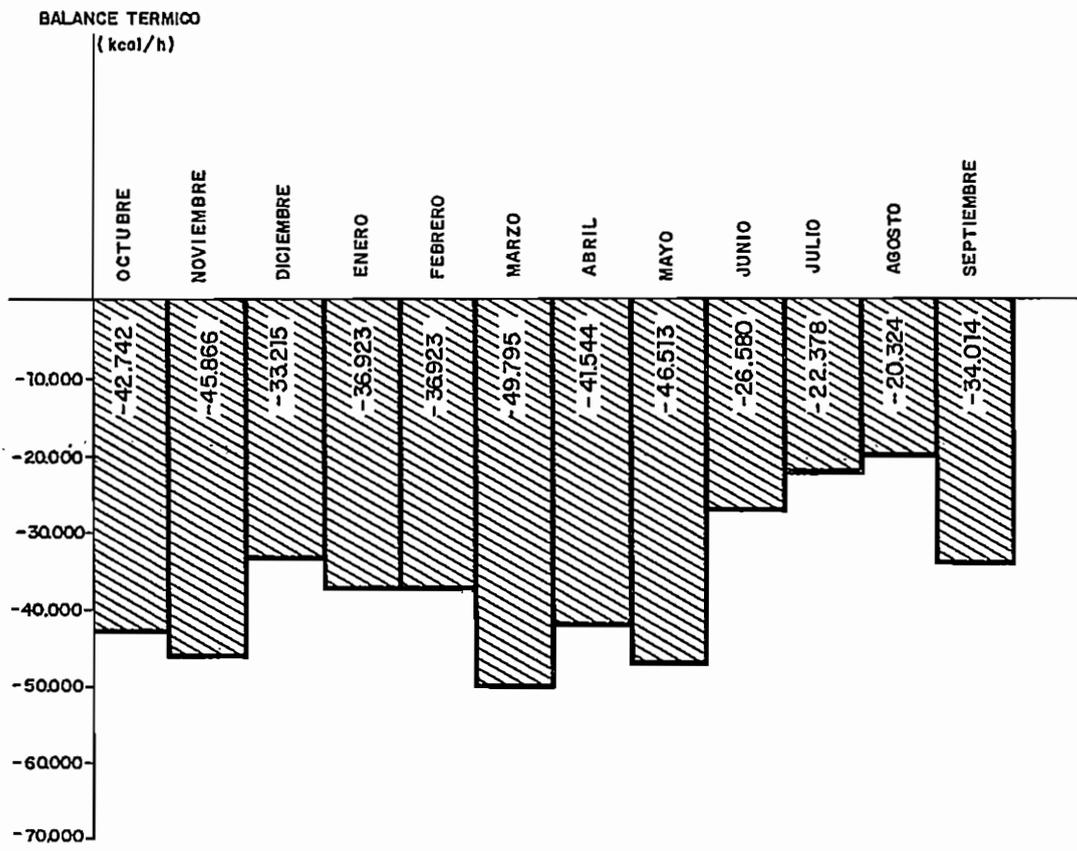


GRAFICO Nº 7 - BALANCE TERMICO MENSUAL EN LA EXPLOTACION CUNICULA

7.- CONDUCCIONES DE CALOR

---

## 7.1. ESTUDIO TEORICO

El calor cedido por una conducción viene -  
 dado por:

$$Q \left( \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} \right) = c \cdot q \cdot (t_i - t_F)$$

en donde:

$$C: \text{ calor específico del agua} = 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

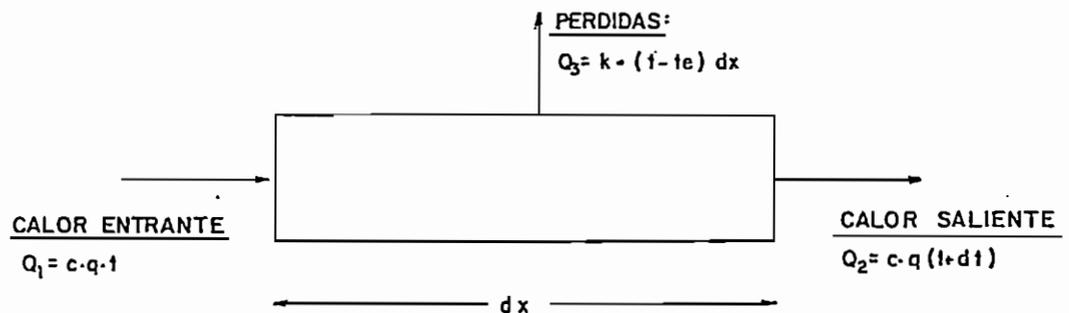
q: caudal circulante en l/h

$t_e$ : temperatura ambiente en  $^\circ\text{C}$

$t_i$ : temperatura del agua dentro de la tubería al comienzo  
 en  $^\circ\text{C}$ .

t: temperatura del agua dentro de la tubería en un momen-  
 to dado, en  $^\circ\text{C}$ .

Para calcular  $t$ , se procede de la siguien-  
 te forma:



Igualando el flujo entrante al saliente más  
 las pérdidas:

$$c \cdot q \cdot t = c \cdot q \cdot (t + dt) + K (t - t_e) dx$$

Es decir:

$$\ln(t - t_e) = \frac{K}{c q} L + \ln A \quad (L = \text{longitud de la} \\ \text{conducción}).$$

Para  $L = 0$  se tiene que  $t = t_1$ , luego:

$$\ln(t_i - t_e) = \ln A$$

Para  $L = L$  se tiene que  $t = t_F$ . Por consiguiente:

$$\ln (t_F - t_e) = - \frac{K}{cq} L + \ln (t_i - t_e)$$

es decir:

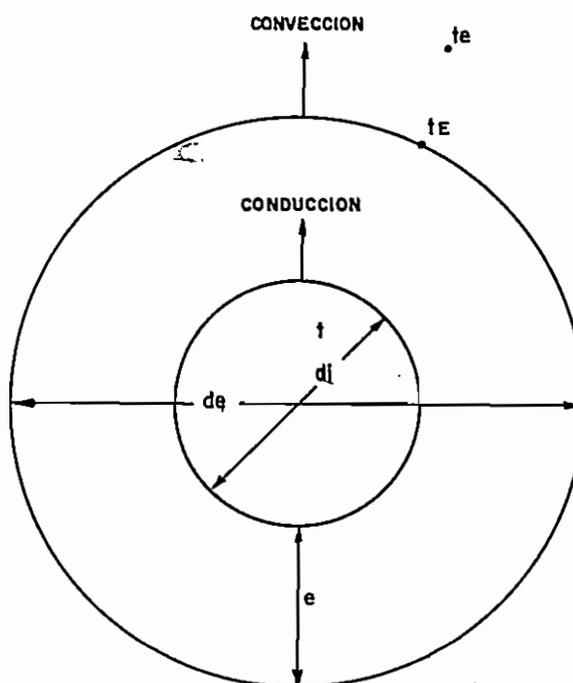
$$t_F = t_e + (t_i - t_e) e^{- \frac{K}{cq} L}$$

Por consiguiente, la fórmula primera quedaría:

$$Q = cq \left( (t_i - t_e) \left( 1 - e^{- \frac{K}{cq} L} \right) \right)$$

## 7.2. DETERMINACION DE LOS DIVERSOS COEFICIENTES TERMICOS

El coeficiente  $K$ , que es desconocido, puede calcularse teniendo en cuenta que las pérdidas de calor se producen por conducción y convección según las fórmulas:



$$\text{- Conducción: } Q = \frac{2\pi \lambda l}{\ln \frac{d_e}{d_i}} (t - t_E)$$

$$\text{- Convección: } Q = \pi d_e \alpha l (t_e - t_E)$$

Igualando en  $t_E$ :

$$Q = \frac{(t - t_e) \pi}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_e}{d_i} + \frac{1}{\alpha d_e}} = K (t - t_e) \quad " \quad K = \frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_e}{d_i} + \frac{1}{\alpha d_e}}$$

En nuestro caso particular (conducciones de polietileno de alta densidad)  $\alpha$  y  $\lambda$  toman los valores:

$$\text{- } \lambda = 0.288 \frac{\text{Kcal}}{\text{m.h.}^\circ\text{C}}$$

$$\text{- } \alpha = 12 \frac{\text{Kcal}}{\text{m.h.}^\circ\text{C}}$$

### 7.3. PROCESO DE CALCULO

#### 7.3.1. Invernadero

Este proceso se lleva a cabo en dos fases. En la primera se elabora un estudio térmico previo que permite acotar los valores de las temperaturas y caudales de agua, para a continuación proceder al cálculo de los parámetros que definen las conducciones de forma más precisa.

##### 7.3.1.1. Estudio térmico previo

En función de los datos existentes sobre sondeos ubicados en la zona puede considerarse que a la entrada de los invernaderos se dispone de agua a unas temperaturas que oscilan entre 30 y 80°C.

Se trata en este apartado de calcular en función de este dato y de las temperaturas prefijadas de antemano en el interior del invernadero, de obtener los caudales precisos para satisfacer las demandas de calefacción.

A este fin se partirá de la expresión anteriormente obtenida:

$$Q = cq \left( (t_i - t_e) \left( 1 - e^{-\frac{K}{cq} L} \right) \right)$$

en donde, despejando  $t_i$  resulta:

$$t_i = t_e + \frac{Q}{q \left[ 1 - e^{-\frac{K}{q} L} \right]} \quad (I)$$

Se ha considerado, como primera aproximación, que el valor de K es el correspondiente a conducciones de 110 mm y 107,3 mm de diámetro exterior e interior, respectivamente. Por consiguiente se tendrá:

$$K = \frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{de}{di} + \frac{1}{\phi de}} = \frac{\pi}{0.576 \ln \frac{110}{107.3} + \frac{1}{12 \times 110}} = 3,922$$

Por tanto, y considerando que  $c = 1$  y que  $L = 669$  m, se obtiene para el numerador del exponente de  $e$  el valor:

$$K.L = 3,922 \times 669 = 2623,818$$

De la observación de estas fórmulas se deduce que para un valor de  $t_e$  fijo (y fijo asimismo el valor de Q) existe un gran número de pares de valores de  $t_i$  y  $q$  que los satisfacen. Este conjunto de valores habrá de limitarse, debido a las siguientes razones:

- Las  $t_i$  están comprendidas, como anterior-

mente se indicó, entre 30 y 80°C.

- Los valores de  $q$  han de acotarse al máximo posible. A este fin se han considerado para los caudales valores máximos de 18.000 l/h equivalentes a 5 l/s.

En el Gráfico nº 8 se reflejan las relaciones existentes entre la temperatura del agua a la entrada del invernadero ( $t_i$ ), la temperatura ambiental del mismo ( $t_e$ ) y los cuadales precisos para proporcionar el calor necesario ( $q$ ).

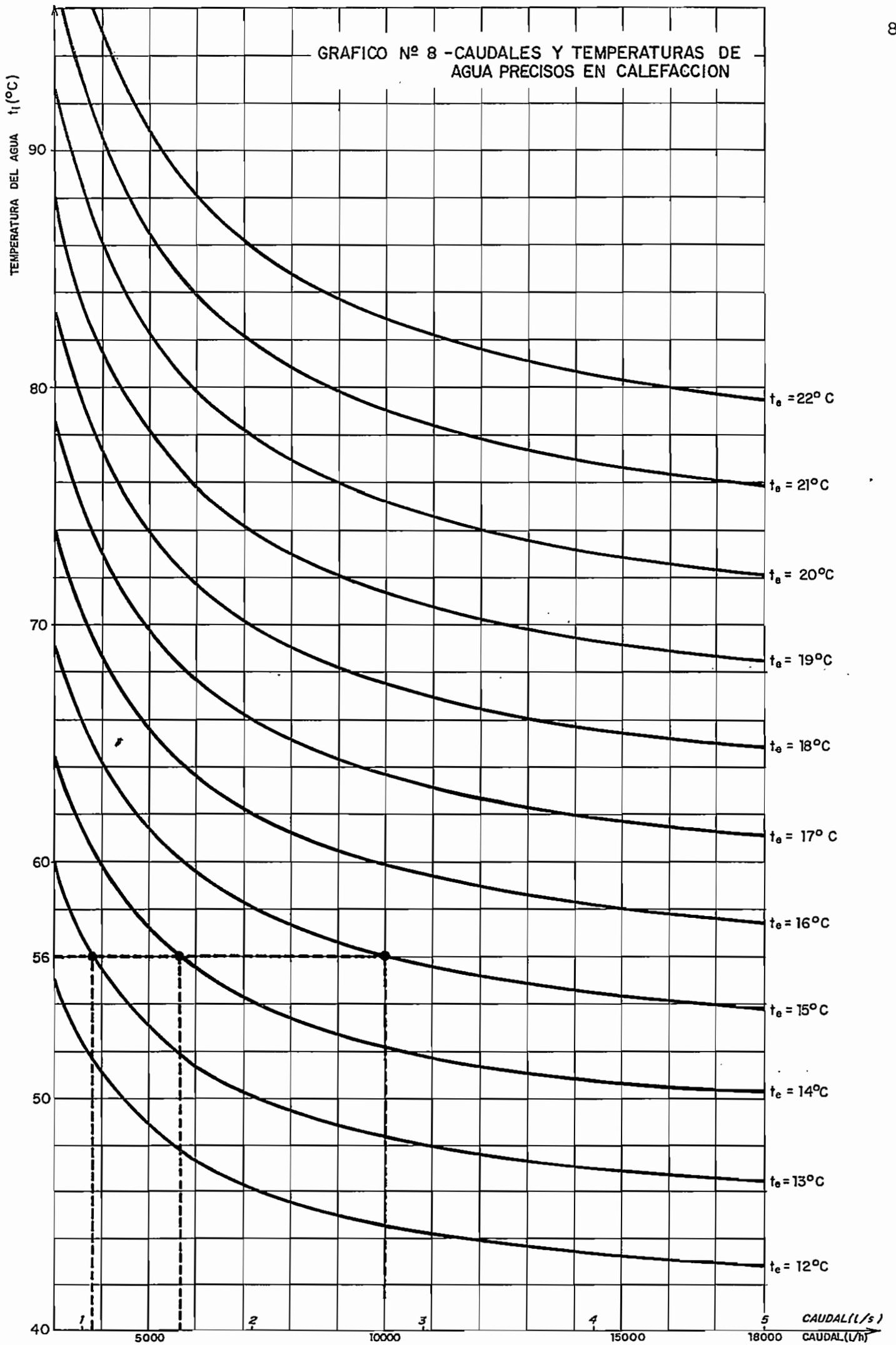
Dicho gráfico se ha trazado de la siguiente forma:

- En primer lugar se han considerado los valores de  $t_e$  y los correspondientes de  $Q$ . Dichos valores son los que se indican a continuación:

$t_e(^{\circ}\text{C})$	$Q$ (Kcal/h)
12	75.200
13	81.700
14	88.200
15	94.700
16	101.200
17	107.700
18	114.200
19	120.800
20	127.300
21	133.900
22	140.400

- Entrando con estas cifras y con un conjunto de valores de  $q$  (valores comprendidos entre 3000 l/h y 18.000 l/h) en la fórmula I se obtiene para cada una de las temperaturas ambiente dentro del invernadero (12 a 22°C)

GRAFICO Nº 8 - CAUDALES Y TEMPERATURAS DE AGUA PRECISOS EN CALEFACCION



una curva representativa, función de  $t_i$  y  $q$ . A título de ejemplo se exponen a continuación los valores obtenidos - para  $t_e = 12^\circ\text{C}$ , siendo análogo el proceso para los valores  $t_e = 13, 14, 15 \dots 22^\circ\text{C}$ .

$t_e$ ( $^\circ\text{C}$ )	$Q$ ( $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$ )	$q$ (l/h)	$t_i$ ( $^\circ\text{C}$ )
12	75.200	3.000	55
		4.000	51,1
		5.000	48,8
		6.000	47,4
		7.000	46,4
		8.000	45,6
		9.000	45,0
		10.000	44,6
		11.000	44,2
		12.000	43,9
		13.000	43,7
		14.000	43,4
		15.000	43,2
		16.000	43,1
		17.000	42,9
18.000	42,8		

Una vez trazadas todas las curvas, para determinar los caudales precisos en calefacción, basta con entrar con el valor de  $t_i$  en ordenadas, trazar una recta paralela al eje de abscisas hasta donde corte a cada una de las curvas representativas de  $t_e$  y leer la correspondiente abscisa que indica el valor del caudal.

Así, con una temperatura de entrada del agua al invernadero de  $t_i = 56^\circ\text{C}$ , se requieren:

- 3.800 l/h (1,1 l/s) para mantener una temperatura ambiente de 13°C.

- 5.700 l/h (1,6 l/s) para mantener una temperatura ambiente de 14°C.

-10.000 l/h (2,8 l/s) para mantener una temperatura ambiente de 15°C.

En el caso del presente Informe, si bien existen sondeos en los que previsiblemente pueden alcanzarse temperaturas del agua de 80°C, se ha preferido considerar para dichas temperaturas un valor de 60°C, representativo de la temperatura media del agua en los sondeos inventariados.

Bajo esta premisa y en función del Gráfico nº 2 se deduce que con dicha temperatura podría mantenerse en principio, en los invernaderos una temperatura ambiente de 16°C con un consumo de 9.900 l/h equivalentes, aproximadamente a 3 l/s. Esta cifra será calculada a continuación de forma más detallada.

#### 7.3.1.2. Cálculo de los parámetros que definen las conducciones.

Una vez calculado el caudal preciso para la calefacción (3 l/s) se calculan en este apartado las características de las conducciones así como las temperaturas a que sale el agua tras su recorrido a través del invernadero.

Las conducciones vienen definidas por su longitud y por sus diámetros interiores y exteriores.

La longitud de cada tramo de la tubería de calefacción viene indicada en los planos 2 y 3. Los diámetros se han calculado prefijando la velocidad de circula-

ción del agua en cada uno de estos tramos, así como el caudal que circula por él.

Así, considerando en las tuberías velocidades del orden de 0.25-0.35 m/s puede definir cada tramo de la conducción de calor de la siguiente forma:

TRAMO	$Q_{EXT}$ (mm)	$Q_{INT}$ (mm.)	e (mm)	L (mm)	q (l/s)
AB	110	107.3	2.7	1.0	3.00
BC	90	87.8	2.2	9.0	2.25
BF	63	60.6	2.4	91.5	0.75
CD	75	73	2.0	9.0	1.50
CG	63	60.6	2.4	91.5	0.75
DE	63	60.6	2.4	9.0	0.75
DH	63	60.6	2.4	91.5	0.75
EE'	63	60.6	2.4	111.5	0.75
FG	63	60.6	2.4	9.0	0.75
GH	75	73	2.0	9.0	1.50
HE'	90	87,8	2.2	11.0	2.25
E'I	110	107.3	2.7	1.0	3.00
PARTE AEREA	110	107.3	2.7	235	3.00

Para calcular las temperaturas de entrada y salida del agua se aplica la fórmula:

$$t_F = t_e + (t_i - t_e) e^{-\frac{K}{q} L}$$

para lo cual es preciso determinar precisamente los valores de K en cada tramo de la conducción. En la tabla adjunta figuran estos valores para cada diámetro considerado:

$D_E$ (mm)	$D_I$ (mm)	K
110	107,3	3,922
90	87,8	3,236
75	73,0	2,710
63	60,6	2,258

Por consiguiente en cada tramo se tendrán - las siguientes temperaturas de entrada y salida del agua:

TRAMO	TEMPERATURA DE ENTRADA ( $^{\circ}$ C) $t_i$	TEMPERATURA DE SALIDA ( $^{\circ}$ C) $t_f$
AB	60	59.9
BC	59,9	59.7
BF	59,9	56,7
CD	59,7	59,5
CG	59,7	56,5
DE	59,5	59,2
DH	59,5	56,3
EE'	59,2	55,4
FG	56,7	56,4
GH	56,4	56,2
HE'	56,3	56,1
E'I	55,4	55,3
PARTE AEREA	55,3	52,1

Por tanto, a la salida del invernadero el - agua tendrá una temperatura de 52.1 $^{\circ}$ C.

Una vez calculadas las temperaturas de entra da y salida del agua en cada uno de los tramos que constitu

yen la conducción térmica, se procede a la determinación, de forma más precisa, del calor cedido por dichas conducciones.

El calor cedido por una conducción, según se expresó anteriormente, viene dado por la fórmula:

$$Q \left( \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} \right) = (t_i - t_F) q$$

Aplicando esta fórmula a cada uno de los tramos de las tuberías calefactoras se obtienen los valores que se indican a continuación:

TRAMO	$t_i$ (°C)	$t_F$ (°C)	$q$ (l/h)	CALOR CEDIDO (Q) Kcal/h
AB	60	59,9	10.800	1.080
BC	59,9	59,7	8.100	1.620
BF	59,9	56,7	2.700	8.640
CD	59,7	59,5	5.400	1.080
CG	59,7	56,5	2.700	8.640
DE	59,5	59,2	2.700	810
DH	59,5	56,3	2.700	8.640
EE'	59,2	55,4	2.700	10.260
FG	56,7	56,4	2.700	810
GH	56,4	56,2	5.400	1.080
HE'	56,3	56,1	8.100	1.620
E'I	55,4	55,3	10.800	1.080
PARTE AEREA	55.3	52.1	10.800	34.560
TOTAL CALOR CEDIDO $\left( \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} \right) = 79.920$				

Comparando este cifra  $\left( 79.920 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} \right)$  con la expuesta en el Cuadro nº 4 se deduce que con un caudal de 3 l/s, en las condiciones que se contemplan en este Informe, puede mantenerse en el invernadero una temperatura am-

biente de 12°C en el mes más frío.

Dado que en dicho mes la temperatura media de las mínimas es de -1.3°C, la instalación de calefacción aquí indicada permitirá por consiguiente mantener un salto térmico de:

$$1.3 + 12 = 13.3^{\circ}\text{C}$$

### 7.3.2. Nave de conejos

En esta nave las demandas máximas de calor suponen 49.795  $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$  en el mes de Marzo.

Considerando conducciones de un diámetro exterior de 110 mm, la longitud necesaria de las mismas se determina mediante la expresión:

$$Q = q (t_i - t_e) \left(1 - e^{-\frac{K}{q} L}\right)$$

en donde:

$Q$  = calor a suministrar en el mes punta = 49.795  $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$

$q$  = caudal en l/h = 10.800

$t_i$  = temperatura del agua a la entrada = 52.1°C

$t_e$  = temperatura ambiente a mantener = 14°C

$K$  = coeficiente anteriormente calculado. Para una conducción de 110 mm este coeficiente es 3,922  $\frac{\text{Kcal}}{\text{h} \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}}$

Por consiguientes se tendrá:

$$L = \frac{q}{K} \ln \frac{q (t_i - t_e)}{q (t_i - t_e) - Q} = 355,2 \text{ m}$$

A la salida de esta nave, la temperatura del agua será:

$$t_F = t_e + (t_i - t_e) e^{-\frac{K}{q} L} = 47.4^{\circ}\text{C}$$

Es decir, tras el recorrido el agua a través de las conducciones del invernadero y de la nave de conejos, este agua queda a una temperatura de 47.4°C.

8.- CULTIVOS

---

Se exponen en este capítulo las alternativas de cultivo, la preparación del terreno, dosis de abono riegos precisos, las producciones correspondientes y un estudio global de los gastos de estos cultivos.

#### 8.1. ALTERNATIVAS DE CULTIVO

Dentro del gran número de alternativas posibles se han considerado tres representativas, en función de las cuales se llevará a cabo el estudio económico.

Dichas alternativas se basan en la obtención de dos cosechas anuales: una temprana (mes de enero) y otra en el mes de junio. Los productos destinados a la recolección temprana son el tomate, pimiento y berenjena, siendo el cultivo a recoger en el mes de junio, el melón. El ciclo de cultivo sería:

- Agosto-Enero: Tomate, o pimiento, o berenjena.
- Enero-Junio: Melón

#### 8.2. PREPARACION DEL TERRENO

En este apartado se tratará únicamente de los suelos, o mejor, de los substratos correspondientes a los semilleros, ya que los de los invernaderos se trataron anteriormente.

El sistema seguido en los semilleros es de semilleros en invernadero, consistente en macetas de plástico flexible. El substrato será desinfectado previamente con bromuro de metilo, y presentara la siguiente composición:

- Turba ..... 50%
- Estiercol descompuesto . 10%
- Arena lavada ..... 25%
- Tierra tamizada ..... 15%

### 8.3. ABONADO

En el cuadro adjunto se indica la cantidad de abono ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) precisa en cada uno de los cultivos integrantes de la alternativa considerada:

CULTIVO	ABONADO DE FONDO			ABONADO DE COBERTERA			
	Superfosfato de cal	Sulfato de Potasa	Sulfato Amonico	Superfosfato de cal	Sulfato Potasa	Sulfato Amonico	Nitrato Pot.
Tomate	100	40	20	---	55	65	45
Pimiento	150	50	30	---	45	60	45
Berenjena	100	60	----	---	55	65	50
Melón	80	25	20	---	15	----	30

Considerando cifras, medias, las dosis necesarias de abonado son:

- Superfosfato de cal ..... 430  $\text{gr}/\text{m}^2$
- Sulfato de potasa ..... 345 "
- Sulfato amónico ..... 70 "
- Nitrato potásico ..... 170 "

Teniendo en cuenta que la superficie cubierta por el invernadero es de 468  $\text{m}^2$ , el consumo total de abonos, será:

- Superfosfato de cal ..... 201 kg
- Sulfato de potasa ..... 161 "
- Sulfato amónico ..... 33 "
- Nitrato potásico ..... 80 "

Por otra parte, este abonado habrá de ser completado con estercolados que pueden cifrarse, en media, en  $4 \text{ kg/m}^2$ , cifra que supone para el conjunto de la superficie cubierta por los invernaderos, un total de 1.900 kg.

La cantidad de semilla en promedio, serán de  $7 \text{ gr/m}^2$ , equivalentes a 4 kg.

#### 8.4. RIEGOS

##### 8.4.1. Volumen de agua necesario

El calendario de riegos, para el conjunto de las alternativas de cultivo antes citadas, sería el siguiente:

FASE DEL CULTIVO	Nº de RIEGOS	EPOCA
Semillero (Tomate, pimiento, berenjena)	2	Agosto-Septiem.
Post-plantación " " "	10	Sep-Enero
Semillero (Melón)	2	Marzo
Post-plantación (Melón)	5	Abril-Mayo
Post-plantación (Melón)	2	Mayo-Junio

Por consiguiente, el número total de riegos anuales es de 21. Considerando una dosis de riego de  $700 \text{ m}^3/\text{ha}$  (equivalentes a  $33 \text{ m}^3$  en la superficie ocupada por el invernadero que es de  $468 \text{ m}^2$ ), el volumen anual de agua empleada en riego será:

$$33 \times 21 = 693 \text{ m}^3$$

#### 8.4.2. Dimensionado de la balsa

Para calcular las dimensiones de la balsa se ha partido de las siguientes premisas:

- El agua proveniente del circuito de calefacción una vez utilizada puede aprovecharse para otros fines tales como son el riego en el invernadero y para cubrir las necesidades de la explotación cunícola.

- El caudal disponible a la salida del circuito de calefacción es de 3 l/s. Considerando que la calefacción funciona 8 horas al día, se tendrá el siguiente volumen de agua disponible:

$$3 \text{ l/s} \times 3600 \text{ s/h} \times 8 \text{ h/día} = 87 \text{ m}^3/\text{día}$$

volumen que puede almacenarse en una balsa de 8 x 7.5 x 1.5 m.

- En el caso más desfavorable, es decir, - aquellos días en los que se precise riego en el invernadero, las necesidades de agua serían:

$$33 \text{ m}^3 \text{ (invernadero)} + 2 \text{ m}^3 \text{ (expl. cunícola)} = 35 \text{ m}^3/\text{día}$$

Por consiguiente, en el caso más desfavorable, una vez usada el agua en calefacción, en riego y en la explotación cunícola, existirá un volumen mínimo disponible de:

$$87 - 35 = 52 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Considerando lo anteriormente expuesto, y que este volumen de agua encuentra a una temperatura de  $-47.4^{\circ}\text{C}$ , cabe la posibilidad de llevar a cabo un aprovechamiento

miento del mismo con fines diferentes a los indicados. Estos usos abarcarían una gama muy variada y su estudio en detalle escapa de los límites del presente Informe. A título - nuevamente indicativo cabe citar como tales usos el agua - de piscinas, digestores de residuos orgánicos, etc.

#### 8.5. GASTOS DE CULTIVO

Se incluyen en este apartado los gastos de abonado y mano de obra, ya que los comunes de energía eléctrica y otros gastos se especifican en otros capítulos.

En cuanto a mano de obra, los gastos anuales considerados son:

Mano de obra . . . .	500.000 pts
TOTAL MANO DE OBRA . . . . .	500.000 pts

Los gastos de abono son:

- 201 kg de superfosfato de cal
- 161 kg de sulfato de potasa
- 33 kg de sulfato amónico
- 80 kg de nitrato potásico

que suponen un total anual de . . . . . 20.000 pts

Por consiguiente, los gastos de cultivo - anuales supondrían:

Mano de obra . . . . .	1.000.000 pts/año
Abonos . . . . .	20.000 "

TOTAL GASTOS DE CULTIVO ..1.020.000 pts/año

9.- PLANIFICACION DE LA EXPLOTACION CUNICOLA

---

A continuación se describen las principales características referentes a la planificación de la explotación considerada, con la finalidad fundamental de facilitar la comprensión de la evaluación económica, sin entrar en consideraciones de mayor detalle que escapan del alcance del presente Informe.

#### 9.1. PLANIFICACION GANADERA

El número de animales reproductores en la explotación es de 300 hembras y 33 machos, cebándose en la misma los gazapos obtenidos.

El ciclo de reproducciones al que se someterán los gazapos una vez adquiridos, es de aproximadamente 60 días, con lo que se consiguen seis partos por hembra y año. Considerando una media de 8,3 gazapos destatados por camada. Puesto que en las cifras anteriores ya van incluidos los índices de mortalidad, reposición y eliminación de reproductores, tendremos anualmente una producción de 15.000 gazapos.

Dado que se presente engordar dichos gazapos hasta un peso vivo de 2 kg, la explotación produciría anualmente 30.0000 kg de gazapos.

#### 9.2. MANEJO Y ALIMENTACION

Se realizarán los manejos normales en este tipo de explotaciones, mecanizadas en su casi totalidad, siguiéndose un ritmo semi-intensivo de reproducción con ciclos de cubrición de 60 días, y destete a las cuatro semanas. El celo tendrá una duración de 40 días, por lo que los aniamles cebados se sacrificarán a las 10 semanas de edad. Todas las actividades y tareas específicas de manejo se programarán con arreglo al anterior diseño.

Los tratamientos sanitarios y profilácticos preventivos serán supervisados, como es práctica habitual en este tipo de explotaciones, por el veterinario titular de la localidad donde esté emplazada la explotación, encargándose él mismo de realizar los programas de vacunación y tratamiento adecuados a cada momento y estado de los animales.

La alimentación se realizará prioritariamente en base a los subproductos del invernadero anejo, suplementados con piensos compuestos equilibrados, preveyéndose por esta razón un índice de concesión global de 2,88 kg de pienso compuesto por cada kg de gazapos producido en la explotación, por lo que el total de piensos compuestos consumidos a lo largo del año en la explotación será de:

$$30.000 \times 2,88 = 86.400 \text{ kg de pienso}$$

El agua de bebida será distribuida "ad libitum", calculándose el siguiente consumo diario de agua en la explotación.

Agua de bebida:

0,35 l/cabeza rep. y rep. x 383 cab=	134,05 l
0,25 l/cabeza cebo x 972 cabe. =	243,00 l
	377,05 l

Agua para limpieza y usos varios:

$$2,56 \text{ l/m}^2 \text{ aloj. conejos} \times 555,3 \text{ m}^2 = 1.422,95 \text{ l}$$

TOTAL CONSUMO DE AGUA: 1.800 l/dia

=====

### 9.3. MANO DE OBRA

Se empleará mano de obra, preferiblemente - propia, necesitándose una U.T.H. la cual estará preparada profesional y técnicamente para realizar a la perfección las funciones que le serán asignadas en función del programa de trabajo a realizar.

### 9.4. COMERCIALIZACION

Se efectuará mediante los canales habituales en este tipo de producciones, pero orientándola fundamentalmente a una comercialización directa en los Mataderos existentes en las cercanías de la localidad, así como en la capital y resto de la provincia, lugares donde se ha constatado una importante demanda con perspectivas de aumento.

### 9.5. GASTOS DE EXPLOTACION

#### 9.5.1. Gastos ordinarios

Los gastos ordinarios anuales comprenden los siguientes capítulos:

1.- Electricidad: Se considera en este concepto los gastos que origina el sistema de iluminación y el resto de instalaciones eléctricas, asumiendo que corresponde a la nave de conejos el 50% del consumo total de la explotación agropecuaria para la última partida mencionada por tanto:

Sistema de iluminación .....	500.000 pts
Resto de instalac. 50/100 x 184.320 pts	<u>92.160 pts</u>
TOTAL ELECTRICIDAD .....	592.160 pts

2.- Amortización maquinaria y equipos: Se considera una amortización a 15 años, por tanto:

$$1/15 \times 2.505.000 \text{ pts} = 167.000 \text{ pts}$$

3.- Gastos sanitarios: Se consideran a razón de 333 pts por hembra reproductora, por tanto:

$$300 \text{ hembras} \times 333 \text{ pts/hembra} = 99.900 \text{ pts}$$

4.- Alimentación: Se considera un precio medio del pienso compuesto de 25 pts/kg, por tanto:

$$86.400 \text{ kg} \times 25 \text{ pts/kg} = 2.160.000 \text{ pts}$$

5.- Reposición de animales: Se considera un 60 por 100 de reposición sobre los reproductores (329.600 pts), por tanto:

$$60/100 \times 329.600 \text{ pts} = 203.760 \text{ pts}$$

6.- Mano de obra: Se considera que la explotación cunícola ocupa a una persona ( 1 UTH) con dedicación completa, por lo que se destinan a esta partida 1.000.000, pts.

7.- Gastos varios: Se destinan a esta partida anualmente 50.000 pts.

#### 9.5.2. Gastos extraordinarios

Corresponden a las siguientes partidas:

1.- Renovación conducciones térmicas:

$$410 \text{ pts/m} \times 355,2 \text{ m} = 145.632 \text{ pts}$$

Dado que se renuevan cada 8 años, corresponde hacerlo en el año 8

2.- Renovación conducción general: Se carga al 50% entre el invernadero y la nave de conejos, por tanto:

$$50/100 \times 51.000 \text{ pts} = 20.500 \text{ pts}$$

Análogamente, corresponde revisar cada 5 años, es decir los años 5 y 10.

3.- Amortización balsa de agua: se carga a la nave de conejos el 25 por 100 del coste, es decir.

$$25/100 \times 180.000 \text{ pts} = 45.000 \text{ pts}$$

Puesto que se renueva cada 8 años, el coste se carga al año 8.

4.- Renovación de fontanería: se asume el 50% del total para la nave de conejos, por tanto:

$$50/100 \times 5.000 \text{ pts} = 2.500 \text{ pts}$$

Como se renuevan cada 5 años, corresponde cargar el coste los años 5 y 10.

5.- Renovación de bombas: se asigna un 50% del coste total a la nave de conejos, por tanto:

$$50/100 \times 100.000 \text{ pts} = 50.000 \text{ pts}$$

Como la duración de las bombas es de 8 años el cargo corresponde hacerlo el año 8.

10.- CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

---

En el presente Informe se prevé que la extracción del agua así como su circulación a través de las diferentes conducciones se lleve a cabo mediante el uso de energía eléctrica.

A este respecto, se procede aquí a calcular el coste que representa el consumo de este tipo de energía y el coste que supone, para lo cual es preciso determinar previamente los siguientes conceptos:

- Altura manométrica de impulsión
- Potencia total
- Consumo de energía eléctrica

#### 10.1. ALTURA MANOMETRICA DE IMPULSION

Esta altura está constituida por la suma de las correspondientes a la impulsión en el pozo, a la conducción general y al circuito de calefacción en el invernadero y en la nave destinada a la explotación de conejos.

En el caso de las instalaciones de riego y de suministro de agua se considera que este no requiere energía adicional ya que podría llevarse a cabo por gravedad.

##### 10.1.1. Pozo

Como datos de partida se consideran los siguientes:

Nivel estático .....	100 m
Caudal .....	3 l/s
Material .....	P.V.C
Diámetro .....	107,3 mm
Velocidad .....	0,35 m/s

De estas cifras se deduce una pérdida de carga de 0.13 m/100 m. Por consiguiente, en 100 dicha pérdida será de 0.13 m. Considerando pérdidas adicionales del 2% debidas a codos, válvulas, etc, estos pueden cifrarse en total, en 0.14 m.

Por tanto, en la impulsión en el pozo es preciso elevar el agua a una cota de:

$$100 + 0.14 = 100,14 \text{ m.}$$

#### 10.1.2. Conducción general

Suponiendo que el pozo se encuentre a 100m de distancia del invernadero y análogas características en las conducciones, se tendrá una pérdida de carga en este tramo de 0.14 m.

#### 10.1.3. Circuito de calefacción en el invernadero

Considerando una velocidad de circulación del agua comprendida entre 0.25 y 0.35 m/s, se obtienen para el tramo más desfavorable las siguientes pérdidas de carga.

TRAMO	Q (mm)	CAUDAL (L/s)	PERD. CARGA (m/100 m)	LONGITUD (m)	PERD. CARGA TOTAL(m)	
SUELO	AB	107,3	3,00	0.13	1.0	0.00
	BF	60,6	0,75	0,26	91,5	0,24
	FG	60,6	0,75	0,26	9,0	0,02
	GH	73,0	1,50	0,10	9,0	0,00
	HE'	87,8	2,25	0,20	11,0	0,02
	E'I	107,3	3,00	0,13	1,0	0,00
PARTE AEREA	107,3	3,00	0,13	235,0	0,31	

Por consiguiente la pérdida de carga total en las conducciones del invernadero es de 0.59 m.

#### 10.1.4. Circuito de calefacción en la explotación cunícola

Este circuito tiene una longitud total de - 355,2 m y un diámetro interior de 107,3 mm. Considerando - una velocidad de circulación del agua de 0.25 - 0.35 m/s se obtiene una pérdida de carga de 0.13 m/100 m equivalente, para todo el circuito, a:

$$\frac{0.13 \times 355.2}{100} = 0.46 \text{ m}$$

#### 10.1.5. Impulsión total

Viene dada por la suma de los siguientes - conceptos:

Impulsión en pozo .....	100.14 m
" en conducción general .....	0.14 m
" en circuito calefacción invernadero .	0.59 m
" en circuito calefacción explotación cunícola .....	<u>0.46 m</u>
TOTAL IMPULSION .....	101,33 m

Considerando que las pérdidas no contabilizadas aquí podrían suponer un 10% de la cifra expuesta, - se obtiene para la impulsión un total de 112 m.

#### 10.2. POTENCIA NECESARIA

Esta potencia viene dada por la expresión:

$$N \text{ (Cv)} = \frac{Q \times H}{75 \times \eta_m \times \eta_b}$$

en donde:

- Q = caudal en l/s. En nuestro caso Q = 3 l/s
- H = altura de impulsión (H = 112 m)
- $\eta_m$  = rendimiento del motor ( $\eta_m = 0.9$ )
- $\eta_b$  = rendimiento de la bomba ( $\eta_b = 0.7$ )

Por consiguiente se tendrá:

$$N \text{ (Cv)} = \frac{3 \times 112}{75 \times 0.9 \times 0.7} = 7.2$$

Estableciendo un margen de sobrecarga del 20%, es decir, considerando que el motor trabaja al 80% - de su potencia nominal, la potencia necesaria será:

$$N \text{ (Cv)} = 7.2 \times 1.2 = 8.7 \text{ Cv}$$

### 10.3. CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

Los 8.7 Cv calculados anteriormente equivalen a 6.4 kw. Considerando que la calefacción se emplea - durante todo el año (como de la explotación de conejos), y que en cada día funciona 8 horas, el consumo de energía - eléctrica será, anualmente de:

$$6.4 \times 8 \times 30 \times 12 = 18.432 \text{ Kw-h}$$

### 10.4. COSTE DE LA ENERGIA ELECTRICA CONSUMIDA

En el presente Informe no se han incluido - los costes de la instalación de la energía eléctrica que - incluirían los del tendido de la línea e instalaciones anejas por depender de múltiples variables que únicamente podrían precisarse en cada caso concreto.

A modo estimativo se ha considerado que el precio del Kw-h, incluyendo el coste propio más la parte proporcional del coste de la instalación, podría ser del orden de 10 pts. En base a esta hipótesis el consumo de energía eléctrica supondría:

$$18.432 \times 10 = 184.320 \text{ pts}$$

11.- ESTUDIO ECONOMICO

---

En este capítulo se lleva a cabo un análisis de la rentabilidad del proyecto así como de los costes de la termia y de las T.E.P. sustituidas.

#### 11.1. PRESUPUESTO GENERAL

Se incluyen aquí los siguientes costes de ejecución de obra correspondientes a los siguientes conceptos:

- Construcción del invernadero
- Construcción de la nave y adquisición de animales dedicados a la explotación cunícola.
- Conducción general
- Red de conducciones térmicas
- Balsa
- Bombas

##### 11.1.1. Invernadero

Suponiendo un coste de 700 pts /m<sup>2</sup>, la construcción del invernadero supone:

$$468 \text{ m}^2 \times 700 \text{ pts/m}^2 = 327.600 \text{ pts}$$

Por otra parte, a esta cifra habría que añadir la correspondiente a la adquisición de la tierra sobre la que ha de construirse el invernadero. Suponiendo que dicha superficie sea de 750 m<sup>2</sup>, a un precio de 50 pts/m<sup>2</sup>, el coste de la tierra será:

$$50 \text{ pts/m}^2 \times 750 \text{ m}^2 = 37.500 \text{ pts}$$

Por consiguiente el coste total del invernadero y la tierra será:

$$327.600 + 37.500 = 365.100 \text{ pts}$$

11.1.2. Explotación cunícola

Los presupuestos generales, o inversión total de la explotación cunícola se efectúan todos en el año 0, no existiendo ninguna inversión diferida a lo largo del período, considerado en el estudio económico. La duración del proyecto es de 15 años.

1.- Ganado reproductor inicial:

- 300 hembras	x 1.000 pts/hembra =	300.000 pts
- 33 machos	x 1.200 pts/macho =	<u>39.600 pts</u>
- TOTAL GANADO REPRODUCTOR INICIAL =		339.600 pts

2.- Maquinaria y equipos: Se considera un coste de 5.000 pts por jaula, material accesorio y equipos, instalada; por tanto:

501 jaulas x 5.000 pts/jaula = 2.505.000 pts

3.- Obras e instalaciones: Se considera un coste de 5.000 pts por m<sup>2</sup> de nave, en razón de obras, instalaciones accesorias, etc, por tanto:

754,4 m<sup>2</sup> x 5.000 pts/m<sup>2</sup> = 3.772.000 pts

4.- Adquisición del terreno: Se considera un precio de la tierra alto, para situarnos en el caso más desfavorable, de 500.000 pts/ha, por tanto:

0.075 x 500.000 pts/ha = 37.500 pts

El presupuesto total de la explotación cunícola será la suma de las partidas anteriores, es decir:

- 1.- 339.600,- pts
- 2.-2.205.000,- pts
- 3.-3.772.000,- pts
- 4.- 37.500,- pts

PRESUPUESTO TOTAL 6.654.100,- pts

#### 11.1.3. Conducción general

Está constituida por una tubería de PVC de 110 mm de diámetro, con un precio unitario de 410 pts/m.

Por consiguiente, su coste será de 41.000 pts, repartido a partes iguales entre el invernadero y la nave de conejos.

#### 11.1.4. Red de conducciones térmicas

En función de las cifras expuestas en anteriores capítulos y de los correspondientes precios unitarios se deducen para las conducciones térmicas los siguientes costes:

CIRCUITO	MATERIAL	Q(mm)	Pts/m	LONGITUD (m)	COSTE
INVERNADERO.	POLIETILENO	110	620	237.0	146.940
	DE ALTA	90	500	9.0	4.500
	DENSIDAD	75	420	9.0	3.780
		63	350	395,0	138.250
	P V C	110	410	145,3	59.573
NAVE DE CONEJOS	POLIET.ALTA DENSIDAD	110	410	355.2	145.632

Es decir, el coste total de la instalación de la red de conducciones térmicas supone 498.675 pts. De estas, 293.470 pts son imputables al invernadero y 145.632 pts a la nave de conejos.

#### 11.1.5. Red de riego y fontanería

Tiene una longitud total de 100 m y un diámetro de 50 mm. Está constituida por PVC. A un coste unitario de 100 pts/m, el coste de las conducciones de riego supone 10.000 pts.

#### 11.1.6. Balsa

Se prevé la excavación en terreno flojo, incluido el picado y extracción de tierra, así como la colocación de una lámina de isobutilo, a un precio unitario de 2.000 pts/m<sup>3</sup>. Por consiguiente el gasto correspondiente a este concepto será:

$$90 \times 2.000 = 180.000 \text{ pts}$$

#### 11.1.7. Bombas

Aunque en principio no está prevista la necesidad de bombeo en la instalación (con la excepción del bombeo del pozo), considerando la posibilidad de que esto fuese necesario se situarán tres bombas de pequeña potencia (aproximadamente 1 Cv) en los siguientes puntos:

- Una en la salida del invernadero que permite asegurar la circulación del agua a través del circuito de calefacción de la nave de cría de conejos.
- Otra en el circuito de riego, es decir, entre la balsa y la nave de cría de conejos.

El coste estimado de este equipo es de --  
100.000 pts.

#### 11.1.8. Presupuesto total

En función de las cifras expuestas en este capítulo se deduce para cada una de las instalaciones pre vistas el siguiente coste:

- Invernadero .....	365.100	pts
- Explotación cunícola .....	6.654.100	"
- Conducción general .....	41.000	"
- Red de conducciones térmicas	498.675	"
- Red de riego y fontanería .	9.500	"
- Balsa .....	180.000	"
- Bombas .....	100.000	"

Es decir, el presupuesto total de las insta laciones supone la cantidad de 7.848.375 pts.

#### 11.2. INGRESOS ANUALES

Se reflejan en este apartado los ingresos - anuales obtenidos del invernadero y de la explotación cuní cola.

##### 11.2.1. Invernadero

Los beneficios obtenidos de la explotación del invernadero se calculan para la alternativas de cultivo expuestas en el capítulo 8.

Según se vio en dicho capítulo, estas alter nativas son:

- A: tomate - melón  
 B. pimiento - melón  
 C: berenjena - melón

Para cada uno de estos cultivos se tienen los siguientes datos de producciones:

CULTIVO	PRODUCCION (Kg/ha)	SUPERFICIE (ha)	PRODUCCION TOTAL (kg)
Tomate	150.000	0.05	7.500
Pimiento	70.000	0.05	3.500
Melón	90.000	0.05	4.500

A efectos de cálculo se considerará como - producción el promedio de la correspondiente al tomate y al pimiento, incrementado con la correspondiente al melón. Por consiguiente se tendrá una producción de:

$$\frac{7500 + 3500}{2} + 4500 = 10.000 \text{ kg}$$

Estimando que los precios mínimos de estos productos fuesen de 60 pts/kg, el invernadero produciría - unos ingresos anuales de:

$$10.000 \text{ kg} \times 60 \text{ pts/kg} = 600.000 \text{ pts}$$

#### 11.2.2. Explotación cunícola

Los ingresos ordinarios generados por la explotación cunícola en los 15 años previstos de funcionamiento están comprendidos por los siguientes conceptos:

- 1.- Venta de gazapos
- 2.- Venta de animales de reposición
- 3.- Venta de estiércol y purines

Conviene especificar que se incluye la venta de estiércoles y purines para dar un mayor rigor al estudio económico, puesto que, si bien se incluye un digestor en el complejo agropecuario que utilizará como sustrato el estiércol y purines de la explotación cunícola, éste no se analiza desde el punto de vista económico, sino como un complemento en el diseño general de la explotación agropecuaria.

Por otra parte, aunque el destino del es--tiercol y purines podría ser como abono orgánico de los invernaderos, se ha preferido dar un valor contable a los mismos para no interferir en la evaluación económica global del anteproyecto. Por tanto cada año tendremos:

1.- Venta de gazapos:  
 $30.000 \text{ kg} \times 190 \text{ pts/kg} = 5.700.000 \text{ pts}$

2.- Venta de animales de reposición: Se considera un 60% de reposición sobre los reproductores - (333 cabezas), que suponen 200 cabezas al año, por tanto:

$200 \text{ cabezas} \times 280 \text{ pts/cabeza} = 56.000 \text{ pts}$

3.- Estiércol y purines: Se consideran unos ingresos medios animales por este concepto de 60.000 pts.

Por tanto, los ingresos ordinarios, constantes a lo largo de la vida útil del proyecto representan:

- 1.- 5.700.000 pts
- 2.- 56.000 pts
- 3.- 60.000 pts

TOTAL ING.ORDINAR. 5.816.000 pts

Por otra parte, se considera un ingreso extraordinario por cierre y venta de la explotación cunícola en el último año (año 15) cuyo valor, incluyendo en el mismo el terreno, es el siguiente:

- 1.- Venta del terreno:

$$0.075 \times 500.000 \text{ pts/ha} = 37.500 \text{ pts}$$

- 2.- Venta de reproductores:

$$300 \text{ hembras} \times 1000 \text{ pts/hembra} = 300.000$$

$$33 \text{ machos} \times 1200 \text{ pts/macho} = \underline{39.600}$$

$$\text{TOTAL V. de REP.} = 339.600$$

- 3.- Venta de maquinaria y equipos:

Se consideran unos ingresos del 50% del coste inicial de estos conceptos, dado que además existen otras partidas de valor, tales como la obra civil e instalaciones, por tanto:

$$50/100 \times 2.505.000 \text{ pts} = 1.252.500 \text{ pts}$$

El total del ingreso extraordinario realizado en el año 15 será:

- 1.- 37.500 pts
- 2.- 339.600 pts
- 3.- 1.252.500 pts

TOTAL I. EXTRAORD. 1.629.600 pts

En la tabla adjunta figuran los ingresos obtenidos (valores no actualizados) en la explotación cunícola a lo largo de la vida útil de la misma.

AÑO	I.ORDINARIAS (pts)	I.EXTRAORDINARIAS (pts)	I.TOTALES (pts)
0	-	-	-
1	5.816.000	-	5.816.000
2	5.816.000	-	5.816.000
3	5.816.000	-	5.816.000
4	5.816.000	-	5.816.000
5	5.816.000	-	5.816.000
6	5.816.000	-	5.816.000
7	5.816.000	-	5.816.000
8	5.816.000	-	5.816.000
9	5.816.000	-	5.816.000
10	5.816.000	-	5.816.000
11	5.816.000	-	5.816.000
12	5.816.000	-	5.816.000
13	5.816.000	-	5.816.000
14	5.816.000	-	5.816.000
15	5.816.000	1.629.600	7.445.600

### 11.2.3. Ingresos totales anuales

Corresponden a la suma de los deducidos para el invernadero y para la explotación cunícola. Por consiguiente, estos ingresos suponen:

- Invernadero .....	600.000 pts/año
- Explotación cunícola .	5.816.000 "
TOTAL INGRESOS ANUALES .	6.416.000 pts

### 11.3. GASTOS ANUALES

Se incluyen bajo este epígrafe aquellos gas

tos que se originan anualmente y que pueden ser fijos (ma-  
no de obra, consumo de energía eléctrica, abonos) o varia-  
bles (reposición del material).

### 11.3.1. Invernaderos

Los gastos anuales fijos originados en los invernaderos corresponden a la mano de obra, consumo de energía eléctrica y abonos.

Los gastos imputables a la mano de obra suponen 250.000 pts. En el caso de la energía eléctrica se ha supuesto que los gastos anuales, corresponden la mitad al invernadero y la otra mitad a la explotación cunícola. Por consiguiente, los gastos imputables a este concepto para el invernadero supondrán:

$$\frac{184.320}{2} = 92.160 \text{ pts/año}$$

Los gastos debidos al empleo de abono suponen 20.000 pts anuales. Por consiguiente los gastos anuales fijos representan, en el invernadero:

- Mano de obra .....	250.000 pts
- Energía eléctrica ...	42.160 "
- Abonos .....	<u>20.000 "</u>
TOTAL .....	362.160 pts

Los gastos variables, como se indicó anteriormente, corresponden a la reposición de material y pueden desglosarse de la siguiente forma:

- Renovación de filmes de polietileno cada 2 años .....	110.000 pt
- 50% del coste del invernadero, descontando plástico, cada 8 años .....	108.800 "
- Renovación (50%) de la conducción general cada 5 años .....	20.500 "
- Renovación de conducciones térmicas cada 5 años .....	353.043 "
- 25% del coste del depósito de riego cada 8 años .....	45.000 "
- Renovación (25%) de las instalaciones de riego y fontanería cada 5 años .....	2.500 "
- Renovación bombas (50%) cada 8 años .....	50.000 "

Por consiguiente, la frecuencia y cuantía que supone la renovación de material en el invernadero puede resumirse de la siguiente forma:

- Cada dos años .....	110.000 pts
- Cada cinco años .....	376.043 "
- Cada ocho años .....	203.800 "

### 11.3.2. Explotación cunícola

Tal como puede apreciarse en el apartado 9.5., los gastos ordinarios totales anuales son los siguientes:

Electricidad .....	592.160 pts
Amort. maquinaria y equipo	167.000 "
Gastos sanitarios .....	99.900 "
Alimentación .....	2.160.000 "
Reposición de animales ..	203.760 "
Mano de obra .....	1.000.000 "
Gastos varios .....	50.000 "
TOTAL GASTOS ORDINARIOS .....	4.272.820 pts

Si a ello le sumamos los gastos extraordinarios por amortizaciones y renovación de equipos (apartado 9.5.2), se obtiene la siguiente tabla de gastos no actualizados a lo largo de la vida útil del proyecto:

AÑO	G.ORDINARIOS	G.EXTRAORDINARIOS	G.TOTALES
0	-	-	-
1	4.272.820	-	4.272.820
2	4.272.820	-	4.272.820
3	4.272.820	-	4.272.820
4	4.272.820	-	4.272.820
5	4.272.820	23.000	4.295.820
6	4.272.820	-	4.272.820
7	4.272.820	-	4.272.820
8	4.272.820	240.632	4.513.452
9	4.272.820	-	4.272.820
10	4.272.820	23.000	4.295.820
11	4.272.820	-	4.272.820
12	4.272.820	-	4.272.820
13	4.272.820	-	4.272.820
14	4.272.820	-	4.272.820
15	4.272.820	-	4.272.820

### 11.3.3. Gastos totales anuales

En función de lo expuesto en los dos apartados anteriores puede establecerse para los gastos anuales fijos y variables la siguiente tabla:

EXPLOTACION	GASTOS ANUALES FIJOS (pts)
Invernadero	362.160
Explotación cunícola	4.272.820

GASTOS ANUALES VARIABLES (pts)			
2 años	5 años	8 años	10 años
110.000	399.043	240.632	226.800

#### 11.4. CUASI-RENTAS ANUALES

Este concepto corresponde a la diferencia entre los ingresos y los gastos anuales.

A modo de resumen y como dato de base para el análisis financiero que se lleva a cabo en el siguiente apartado, se exponen a continuación los valores correspondientes a los ingresos y gastos anuales así como a su diferencia.

Interesa destacar que las cifras expuestas en la siguiente tabla se refieren a valores no actualizados. para actualizar dichos valores habrá que multiplicar cada uno de ellos por el factor  $\frac{1}{(1+r)^n}$  en donde  $r$  es la tasa de rendimiento interno y  $n$  el año correspondiente. Esta operación se lleva a cabo en el siguiente apartado.

AÑO	INGRESOS (pts)		GASTOS (pts)		CUASI-RENTAS ANUALES(pts)	
	INVERNADERO	EXPLORACION CUNICOLA	INVERNADERO	EXPLORACION CUNICOLA	INVERNADERO	EXPLORACION CUNICOLA
1	600.000	5.816.000	362.160	4.272.820	237.840	1.543.180
2	600.000	5.816.000	472.160	4.272.820	127.840	1.543.180
3	600.000	5.816.000	362.160	4.272.820	237.840	1.543.180
4	600.000	5.816.000	472.160	4.272.820	127.840	1.543.180
5	600.000	5.816.000	738.203	4.295.820	-138.203	1.520.180
6	600.000	5.816.000	472.160	4.272.820	127.840	1.543.180
7	600.000	5.816.000	362.160	4.272.820	237.840	1.543.180
8	600.000	5.816.000	675.960	4.513.452	- 75.960	1.302.548
9	600.000	5.816.000	362.160	4.272.820	237.840	1.543.180
10	600.000	5.816.000	848.203	4.295.820	-248.203	1.520.180
11	600.000	5.816.000	362.160	4.272.820	237.840	1.543.180
12	600.000	5.816.000	472.160	4.272.820	127.840	1.543.180
13	600.000	5.816.000	362.160	4.272.820	237.840	1.543.180
14	600.000	5.816.000	472.160	4.272.820	127.840	1.543.180
15	637.500	7.445.600	362.160	4.272.820	275.340	1.543.180

### 11.5. ANALISIS FINANCIERO

Una vez expuesto en los apartados anteriores el proyecto de inversión considerado, definido económicamente, por tres parámetros básicos:

- 1º los pagos de inversión K
- 2º la vida del proyecto, n
- 3º los flujos de caja, R<sub>j</sub>, generados por el proyecto a lo largo de N vida,

procedemos a evaluar la rentabilidad financiera de la inversión gracias a una serie de indicadores económicos de uso generalizado.

#### 11.5.1. Valor actual

Definido por la expresión:

$$VA = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j}$$

siendo i el tipo de interés o precio del dinero, que viene establecido por el mercado de capitales (interés de capitalización).

Este indicador mide la rentabilidad absoluta de la inversión con independencia del capital que el inversor aporta a la misma. Es evidente que si el VA es negativo queda inmediatamente descartada la ejecución de la inversión prevista.

#### 11.5.2. Valor actual neto

Definido por la expresión

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} - \sum_{j=0}^n \frac{K_j}{(1+i)^j}$$

También cuantifica la rentabilidad absoluta de la inversión, considerando en este caso el capital que el inversor aporta a la misma.

Este indicador también se denomina plusvalía o valor capital de la inversión. Si este valor es mayor que cero, el proyecto resulta viable desde el punto de vista financiero para el tipo de interés elegido, y si es negativo el proyecto no es viable.

### 11.5.3. Beneficio / Coste

Definido por la expresión:

$$B/C = \frac{VAN}{\sum_{j=1}^n \frac{P_j}{(1+i)^j} + \sum_{j=0}^n \frac{K_j}{(1+i)^j}}$$

donde  $P_j$  es el pago generado por la inversión en el año  $j$ -ésimo.

Este indicador informa sobre la rentabilidad relativa de la inversión. El cociente nos indica la ganancia neta generada por el proyecto por cada unidad monetaria invertida o pagada.

### 11.5.4. Beneficio/Inversión

Definido por la expresión:

$$Q = \frac{VAN}{\sum_{j=0}^m \frac{K_j}{(1+i)^j}}$$

Al igual que el anterior, este indicador - informa sobre la rentabilidad relativa de la inversión. El cociente indica la ganancia neta generada por el proyecto por cada unidad monetaria invertida.

Debe advertirse que, al igual que el indicador anterior, este ratio únicamente se calcula bajo el supuesto de que, como ocurre en nuestro caso, el proyecto en su totalidad o al menos en un porcentaje importante se financie con recursos propios (autofinanciación), ya que en el caso extremo de que todo el pago de inversión se financiase con recursos ajenos,  $K$  sería igual a cero y  $Q$  tendería a infinito, sin deducirse necesariamente que la rentabilidad relativa de la inversión sea elevada.

#### 11.5.5. Período de recuperación

Llamado también pay-back, se define como el número de años que transcurren desde el inicio del proyecto hasta que la suma de los cobros actualizados se hace - exactamente igual a la suma de los pagos actualizados. Indica el momento de la vida de la inversión en el que el valor actual neto de la misma se hace cero.

Este criterio, aunque no proporciona información acerca de la rentabilidad absoluta o relativa de - la inversión ni define la viabilidad del proyecto, indica que, a igualdad de otros indicadores, la inversión resulta más interesante cuanto menor sea su plazo de recuperación.

#### 11.5.6. Tasa interna de rendimiento

Se define como el valor  $\lambda$  tal que cumple - la siguiente expresión:

$$\sum_{j=0}^m \frac{K_j}{(1+\lambda)^j} = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+\lambda)^j}$$

es decir que:

$$VAN = 0$$

La inversión se considera viable cuando su tasa interna de retorno  $\lambda$ , excede al tipo de interés  $i$  al cual el inversor puede conseguir recursos financieros, es decir:

si  $\lambda < i$  el proyecto no es viable  
 si  $\lambda > i$  la inversión es viable

#### 11.5.7. Conclusiones

Se han calculado los índices anteriores para un interés de capitalización que oscila del 8 al 15%, tal como puede observarse en el cuadro nº 7 y en los Gráficos 9 y 10.

Como puede apreciarse en dicho cuadro se han considerado los pagos y cobros de la nave de conejos y del invernadero o instalaciones anejas (balsa, etc) para obtener por agregación y diferencia el flujo de caja o cash-flow, que junto con la inversión inicial y para la vida útil del proyecto, proporcionan unos indicadores económicos que autorizan a evaluar el proyecto como viable para la banda de capitalización adoptada, permitiendo incluso un valor mayor de la inversión inicial (en concepto de sondeo, etc) manteniendo la rentabilidad del proyecto.

Lógicamente, los indicadores, aún siendo correctos, empeoran conforme aumenta el interés de capitalización.

Finalmente, cabe considerar que en las ex-



Ingeniero M. ALVAREZ Y J. BOLESTO  
 Titulo: EXP. AGROPECUARIA-GEOTERMICA  
 Fecha: FEBRERO-DE-1983

AÑO	PAGOS			COBROS		CASH FLOW
	INVERSION	NAVE-DE-ONEJOS	C-INV.	NAVE-DE-ONEJOS	C	
0	7848375	0	0	0	0	-7848375
1	0	362160	4272820	600000	5816000	1781020
2	0	472160	4272820	600000	5816000	1671020
3	0	362160	4272820	600000	5816000	1781020
4	0	472160	4272820	600000	5816000	1671020
5	0	738203	4295820	600000	5816000	1381977
6	0	472160	4272820	600000	5816000	1671020
7	0	362160	4272820	600000	5816000	1781020
8	0	675968	4513452	600000	5816000	1226588
9	0	362160	4272820	600000	5816000	1781020
10	0	848203	4295820	600000	5816000	1271977
11	0	362160	4272820	600000	5816000	1781020
12	0	472160	4272820	600000	5816000	1671020
13	0	362160	4272820	600000	5816000	1781020
14	0	472160	4272820	600000	5816000	1671020
15	0	362160	4272820	637500	7445600	3448120

Tasas particulares de cada concepto en esta hipotesis:

Const.	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Acum.	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

INTERES DE CAPITALIZACION	8,000%	9,000%	10,000%	11,000%	12,000%	13,000%	14,000%	15,000%
VALOR ACTUAL	14637620	13753176	12950843	12221330	11556537	10949384	10393672	9883963
VALOR ACTUAL NETO	6789245	5904801	5102468	4372955	3708162	3101089	2545297	2035588
BENEFICIO/COSTE	0,139	0,127	0,115	0,103	0,092	0,080	0,068	0,057
BENEFICIO/INVERSION	0,865	0,752	0,650	0,557	0,472	0,395	0,324	0,259
PERIODO-RECUPERACION	7	7	7	7	8	8	9	9

TASA INTERNA DE RETORNO: 20,09%

Cuadro nº 7.- Proyecto de inversión e indicadores económicos

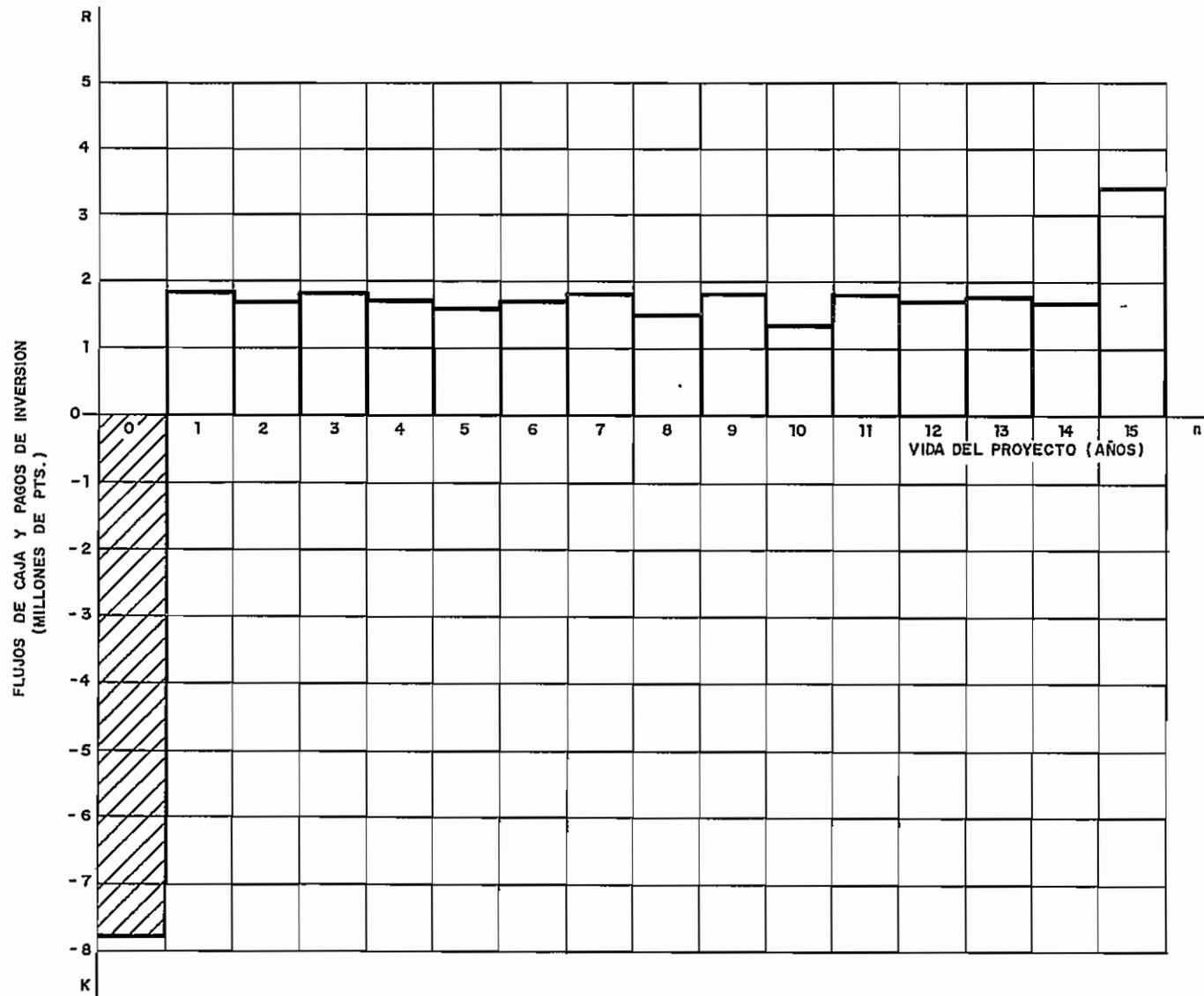


GRAFICO Nº 9 - PROYECTO DE INVERSION

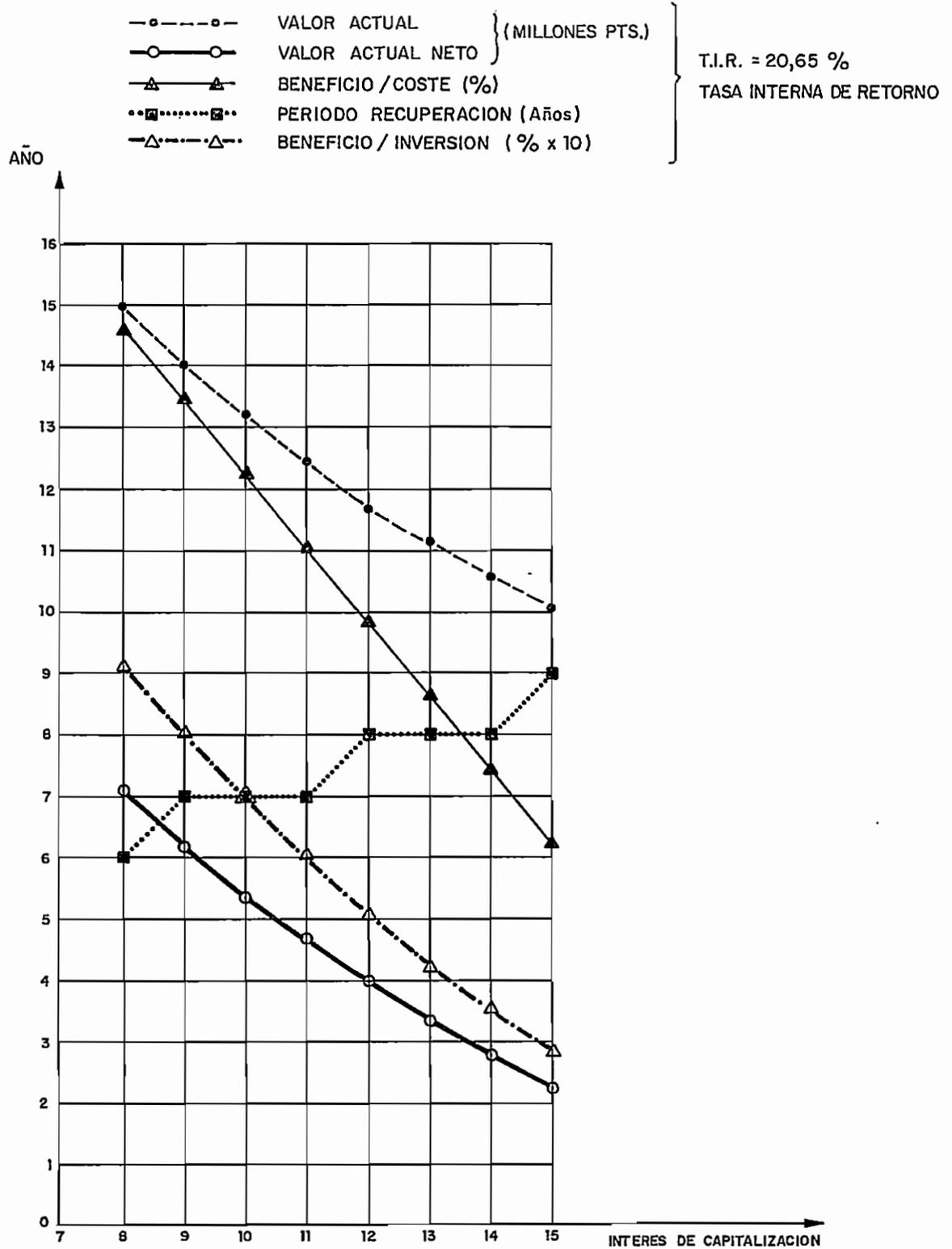


GRAFICO Nº 10 - ESTUDIO ECONOMICO

plotaciones agropecuarias de pequeña dimensión, tal como la presentada, es frecuente que el inversor trabaje directamente la explotación, por lo que además del interés del capital invertido obtendría un puesto de trabajo contemplado en el anteproyecto, generando por otra parte trabajo - eventual o de dedicación parcial.

## 11.6. ESTUDIO DE LOS COSTES DE LA TERMIA

### 11.6.1. Planteamiento general

En este apartado se lleva a cabo un análisis comparativo de los costes unitarios correspondientes a la termia para dos hipótesis diferentes:

- Calefacción basada en la utilización de energía geotérmica.
- Empleo de métodos tradicionales de calefacción (fuel, gasoil, etc).

Respecto a la posible alternativa de uso - de combustibles, se han considerado como más adecuados los líquidos. Dentro de estos, los más indicados serían el gasóleo y el fuel-oil.

Teniendo en cuenta que ambos poseen, sensiblemente, el mismo poder calorífico, se ha seguido el criterio del coste. Considerando este aspecto, el segundo de los antes citados resulta más económico, ya que su precio es inferior al del primero.

### 11.6.2. Costes de la termia

Se calcula primero la cantidad de kcal que produce el agua geotérmica del pozo, para a continuación proceder a comparar los costes unitarios correspondientes a este concepto en cada una de las hipótesis citadas en el apartado 16.1

A este fin, se han considerado como costes los de la inversión inicial. En el caso de no emplearse agua de origen geotérmico ha de considerarse que los combustibles suponen una inversión adicional fija, por lo que los costes totales serán la suma del valor inicial de la inversión, más el precio de dicho combustible.

#### 11.6.2.1. Termias producidas por el agua caliente

Bajo la hipótesis de que el agua que llega a los invernaderos lo hace a una temperatura de 60°C ( $\approx$  60 Kcal/kg), con un caudal de 3 l/seg ( $\approx$  3 kg/seg), la cantidad de Kcal disponible será:

$$60 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}} \times 3 \frac{\text{Kg}}{\text{sg}} \times 3600 \frac{\text{sg}}{\text{h}} \times 2880 \text{ h} = 186.624 \times 10^4 \text{ Kcal.}$$

cifra que equivale a 1.866.240 termias.

#### 11.6.2.2. Costes unitarios de la termia (pozo con agua caliente).

En el caso de calefacción con energía geotérmica dicho coste será igual al valor de la inversión inicial, actualizado, dividido por 1.866.240.

Teniendo en cuenta que el valor inicial de la inversión, es de 7.848.375 ptas, y considerando un coeficiente de actualización del 20,09, este coste unitario

será decreciente en el tiempo, y puede expresarse como:

$$\frac{7.848.375}{(1 + 0,2009)^n} \times 1.866.240 = \frac{4,205}{(1 + 0,2009)^n} \frac{\text{Pta}}{(\text{Termia})}$$

En esta expresión, n es el año considerado (de 1 a 15).

Se puede por tanto en este caso establecer la siguiente tabla:

AÑO	COSTE DE LA TERMIA (pts)	AÑO	COSTE DE LA TERMIA (pts)
1	4,205	9	0,467
2	2,103	10	0,421
3	1,402	11	0,382
4	1,051	12	0,350
5	0,841	13	0,323
6	0,700	14	0,300
7	0,601	15	0,280
8	0,526		

Llevando en ordenadas el coste unitario de la termia y en abcisas el año correspondiente, se obtiene la curva (trazo grueso) que figura en el Gráfico nº 11.

#### 11.6.2.3. Costes unitarios de la termia en sistemas tradicionales de calefacción.-

Suponiendo que en este caso el pozo del que se extrae el agua que posteriormente se calienta con un combustible tradicional, existe en la actualidad, el coste de la inversión inicial no sufrirá modificación alguna (7.848.375 pta).

En cambio, la implantación de este sistema originará incrementos de precios debido a los del combustible, y a las instalaciones que dicho sistema requiere, si bien estos últimos, debido a su complejidad no se contemplan en el presente Informe.

Para calcular el coste de la termia, es preciso calcular en primer lugar el consumo de combustible.

A este respecto, se ha considerado según anteriormente se indicó, como combustible más adecuado por su precio y poder calorífico, el fuel-oil, cuyas características principales son:

- Poder calorífico ..... 10.000 Kcal/kg
- Rendimiento en combustión 70%
- Precio ..... 24,6 Pta/kg

Bajo estas condiciones, y considerando que es preciso producir un total de  $186.624 \times 10^4$  Kcal, el consumo de fuel será:

$$\frac{186.624 \times 10^4}{10.000 \times 0,7} = 266.606 \text{ kg}$$

Por tanto, el coste del fuel será:

$$266.606 \times 24.6 = 6.558.508 \text{ pts/año}$$

Por otra parte, no existen en la actualidad bases sólidas que permitan considerar que el precio del fuel-oil se mantendrá constante durante los quince años que constituyen la duración del proyecto. Valorar los incrementos anuales de precio que experimentará este combustible es prácticamente imposible, pero como hipótesis admisible de trabajo se considerará que los incrementos anuales medios supondrán el 20%.

11.6.2.3.1. Coste unitario de la termia para el fuel-oil en el supuesto de que los precios de compra de dicho combustible no experimenten variación en 15 años.

Viene dado por la expresión:

$$\frac{7.848.375 + 6.558.508}{(1 + 0,2009)^n \times 1.866.240} = \frac{7,720}{1,2009^n} \text{ (Pts/Termia)}$$

Dando valores a n, se obtiene la tabla:

AÑO	COSTE DE LA TERMIA (pta/Termia)
1	6,249
2	5,353
3	4,458
4	3,712
5	3,091
6	2,574
7	2,143
8	1,785
9	1,486
10	1,238
11	1,030
12	0,858
13	0,715
14	0,595
15	0,495

La representación de estos puntos figura - en el Gráfico nº 11.

11.6.2.3.2. Coste unitario de la termia para el fuel-oil en el supuesto de que los precios de compra de dicho combustible experimenten un incremento anual del 20%.

El coste unitario en este caso viene dado por:

$$\frac{7.848.375 + 6.558.508 (1 + 0.20)^n}{(1 + 0,2009)^n} \times 1.866.240 \quad (\text{Pta/Termia})$$

Dando valores a n, se obtiene:

AÑO	COSTE DE LA TERMIA (Pta/Termia)
1	7,014
2	6,425
3	5,935
4	5,526
5	5,185
6	4,901
7	4,663
8	4,465
9	4,300
10	4,162
11	4,047
12	3,950
13	3,869
14	3,802
15	3,745

Estos valores vienen reflejados en el Gráfico nº 11.

COSTE DE LA TERMIA ( Ptas / termia )

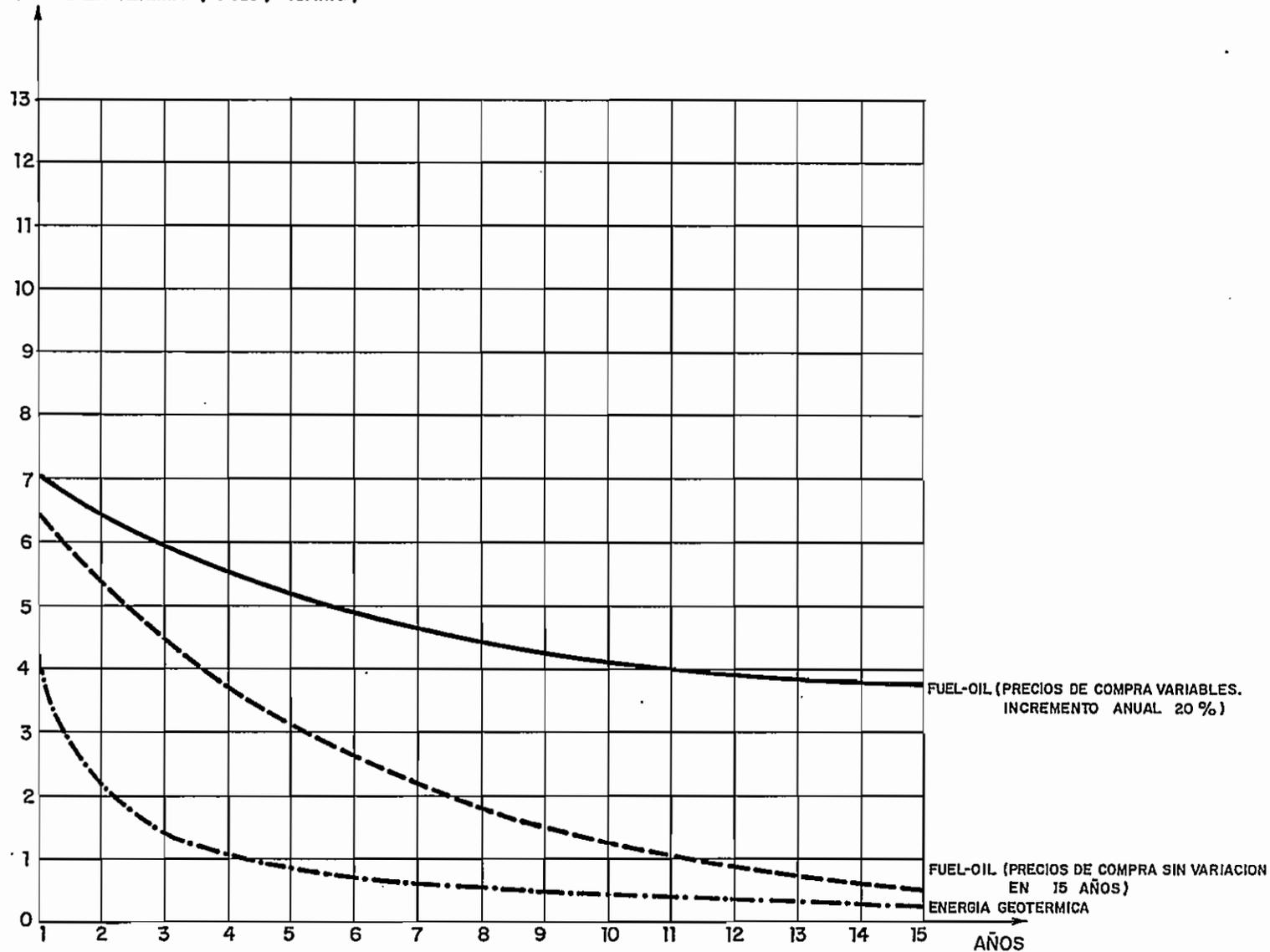


GRAFICO Nº 11 - EVOLUCION COMPARADA, EN QUINCE AÑOS, DE LOS PRECIOS DE LA TERMIA

11.6.2.4. Comparación de los precios unitarios de la termia obtenidos para los diferentes sistemas de calefacción.

En función de lo expuesto en este capítulo sobre el coste de las termias pueden deducirse las siguientes consideraciones:

- En el caso de utilización de agua de origen geotérmico (caso de este Informe), el precio unitario de la termia oscila entre 4,20 Pta (año 1) y 0,28 Pta (año 15).

- De utilizarse fuel como sistema de calefacción, y considerando que para este combustible no variarían los precios de compra actuales (Diciembre de 1.982), el coste unitario de la termia oscilaría entre 6,43 Pta y 0,50 Pta (años 1 y 15 respectivamente), lo cual supone, aproximadamente, un incremento del 50% respecto al coste unitario de la termia de origen geotérmico.

- Dado que, previsiblemente, los precios del fuel-oil no se mantendrán constantes en el futuro, puede considerarse que lo expuesto en el párrafo anterior presenta un carácter más teórico que real.

Contemplando la hipótesis de que los precios del fuel-oil se incrementen en un 20% anual, en función del Gráfico nº11 se deduce de forma suficientemente explícita que la utilización de este combustible en las condiciones del presente Informe resulta claramente menos económica que el uso de la energía geotérmica.

## 11.7. TONELADAS EQUIVALENTES DE PETRÓLEO SUSTITUIDAS

En función de los datos elaborados en el - apartado 16.2.1. se deduce que la producción de calor originada por el agua geotérmica es de  $186.624 \times 10^4$  Kcal, - equivalentes a 186,6 TEP.

## 12.- CONCLUSIONES

Tras lo expuesto a lo largo de este Informe, pueden deducirse las siguientes consideraciones:

- Bajo las condiciones aquí expuestas, las soluciones técnicas propuestas indican la viabilidad del presente estudio.

- Para un período de 15 años, considerando una inversión inicial de 7.848.375 pta, y en función de los índices económicos calculados en el presente Informe se deduce la rentabilidad de la inversión. Del estudio económico se deduce para la Tasa Interna de Retorno (T.I.R) un valor del 20,09%.

- El estudio realizado sobre los costes de la termia en los supuestos de utilización de energía geotérmica y de otras fuentes tradicionales de calor arroja los siguientes resultados (pta/termia):

AÑOS DESDE QUE SE LLEVA A CABO LA INVERSION INICIAL	ENERGIA GEOTERMICA	FUEL-OIL	
		Precios de compra sin variación en 15 años	Precios de compra variables. Incremento anual del 20%
1	4.21	6.43	7.01
15	0.28	0.50	3.75

De aquí se deduce que el uso de combustible tradicionales (fuel-oil), en el caso que se plantea en el presente Informe, resultaría claramente menos económico - que el uso de la energía geotérmica ya que la fuente de calor antes citada supone un incremento del coste unitario de la termia del orden del 50% en el caso más favorable, es decir, en el supuesto de que los costes de compra

del fuel-oil no experimenten incremento en los próximos -  
15 años.

- Finalmente, de este estudio se deduce que  
las T.E.P. sustituidas suponen 186,6.

13. BIBLIOGRAFIA

AGRICULTURA.- nº 608, pp. 216-219

ALVAREZ BAYO, M. (1982).- Estudio Económico de Adaptación y Mejora de una instalación para explotación de conejos en La Almunia de D<sup>a</sup> Godina (Zaragoza).

CARBO, A. y VIDAL, O. (1982).- El aislamiento térmico de las cubiertas en cunicultura. (HD Núm 1/82) Publicaciones de Ext. Agraria. M<sup>o</sup> de Agricultura, Pesca y Alimentación.

DE SALAS, J. (1981).- Ahorro energético en naves agropecuarias. Agricultura nº 591, pp. 870-872.

DUBOIS, P. (1980).- Los plásticos en la agricultura. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.

EL CAMPO (1982).- Cunicultura. Boletín de Información Agraria del Banco de Bilbao nº 88. Bilbao.

ELIAS CASTILLO, F. y GIMENEZ ORTIZ, R. (1965).- Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España. Ministerio de Agricultura. Madrid.

ELIAS CASTILLO, F. y RUIZ BELTRAN, L. (1977).- Agroclimatología de España. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid.

FUENTES YAGUE, J.L. (1980).- Construcciones para la agricultura. Publicaciones de Ext. Agraria. M<sup>o</sup> de Agricultura.

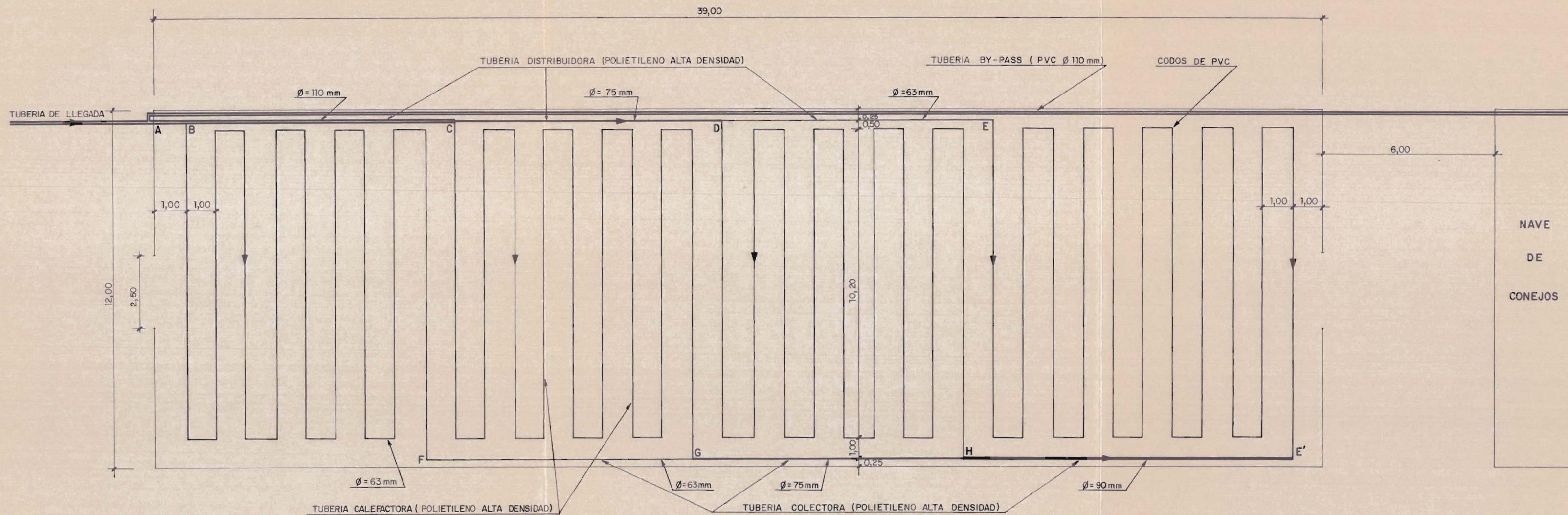
GARCIA VAQUERO, E. (1974).- Diseño y construcción de alojamientos ganaderos. Ed. Mundi-Prensa. Madrid

- HERAS, RAFAEL (1972).- Manual de Hidrología. Instituto de Hidrología. Madrid.
- HERNANDEZ BENEDI, J.M. (1980).- Manual de Nutrición y Alimentación del Ganado. Publicaciones de Ext. Agraria. Mº de Agricultura. madrid.
- JIMENEZ DE LA CUADRA, J.M. Principios de Climatología. Apuntes del VII Curso de Hidrogeología "Noel Llopis". Madrid.
- Mc.ADAMS, W.H. (1978).- Transmisión de calor. Ediciones - del Castillo.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (1976).- Fichas técnicas sobre - Explotaciones Ganaderas. Publicaciones de - Extensión Agraria. Madrid.
- - - - - (1977).- Apuntes de Cunicultura. Publicaciones - de Ext. Agraria. Madrid.
- - - - - (1981).- Anuario de Estadística Agraria.
- NUESTRA CABAÑA (1978).- Catálogo de instalaciones, equipos y utensilios para ganadería. Madrid.
- ORTIZ CAÑAVATE, J. (1982).- Producción de biogás a partir del estiércol. Agricultura nº 597, pp. 262-265.
- - - - - (1983).- Producción de biogás a partir del estiercol (II)
- PITTS, D.R. y SISSOM, L.E. (1977).- Transferencia de calor. Editorial Mc.Graw-Hill.

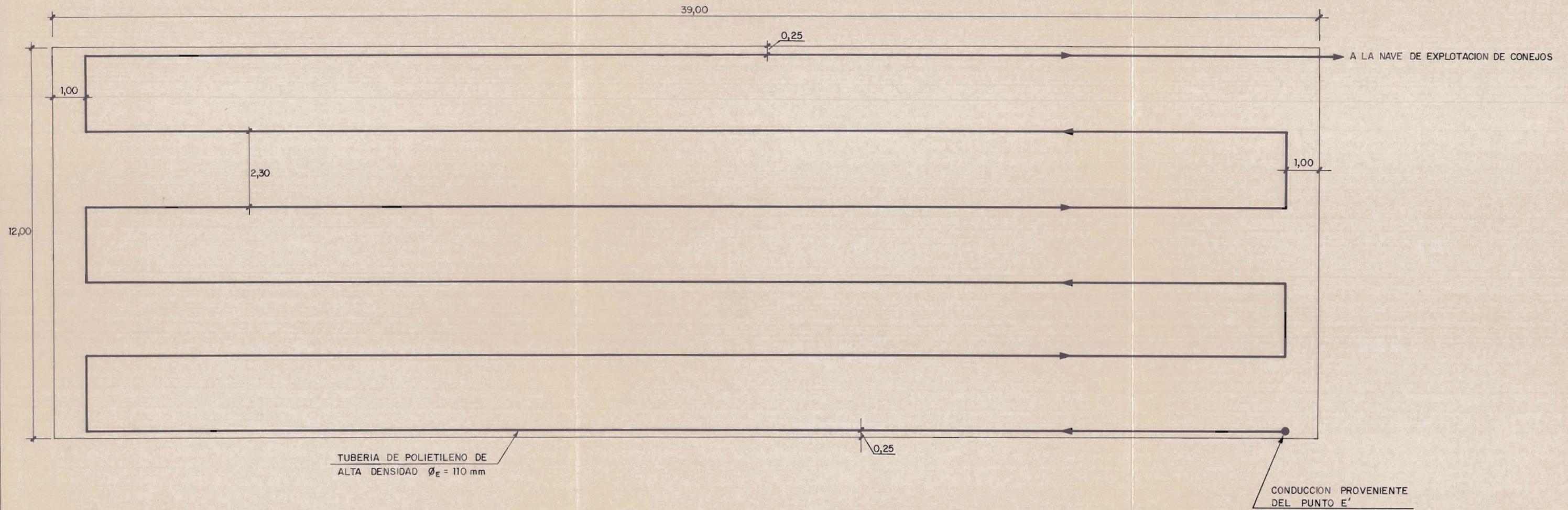
- REAL ESCUELA OFICIAL Y SUPERIOR DE AGRICULTURA (1980).-  
Tratado de Cunicultura. Tomos I, II y III.  
Barcelona.
- RIOS, S. (1977).- Métodos estadísticos. Ediciones del Cas-  
tillo. Madrid.
- ROBLEDO DE PEDRO, F. y MARTIN VICENTE, L. (1981).- Aplica-  
ción de los plásticos en Agricultura. Edito  
rial Mundi-Prensa. Madrid.
- ROMERO, C. (1980).- Normas prácticas para la evaluación fi  
nanciera de proyectos de inversión en el -  
sector agrario. Banco de Crédito Agrícola.  
Madrid.
- SERRANO CERMEÑO, Z. (1979).- Cultivo de hortalizas en in-  
vernaderos. Editorial Dedos. barcelona.
- TOOVEY FW. (1967).- Invernaderos comerciales. Construcción  
y calefacción. Editorial Acribia. Zaragoza.

PLANOS

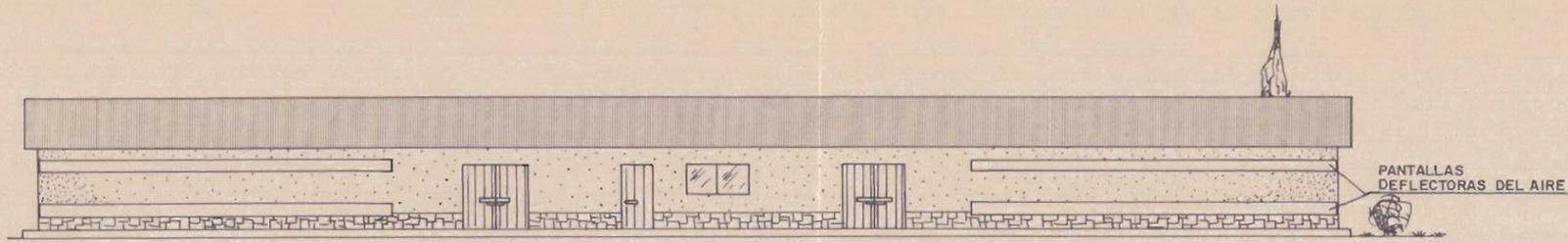
---



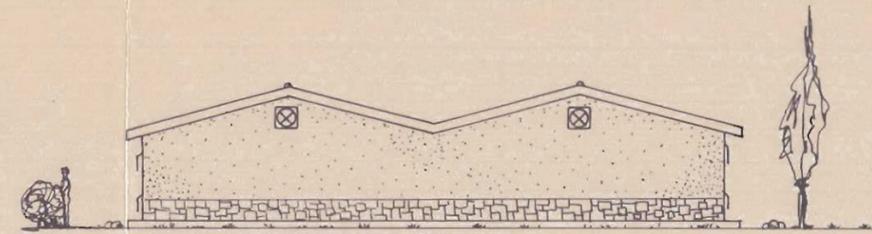
**PLANO 1**  
**- INVERNADERO -**  
**SISTEMA DE CALEFACCION**  
**( SUELO )**  
 Escala 1:100



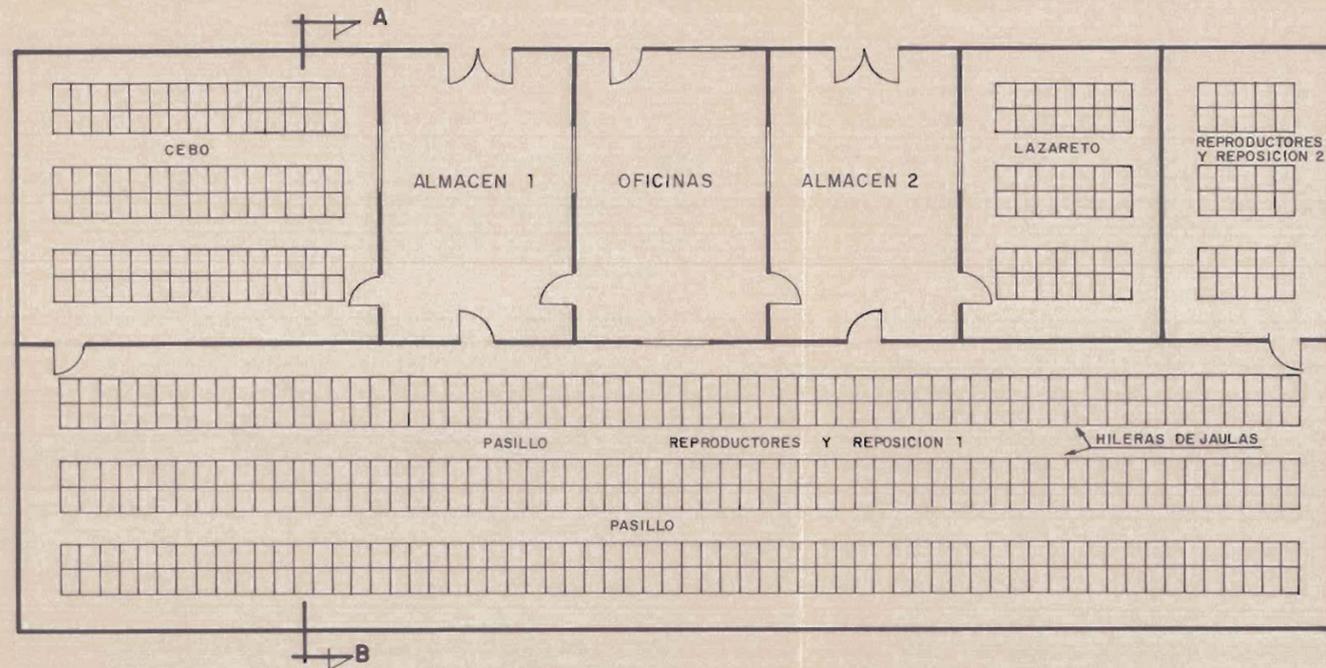
**PLANO 2**  
**- INVERNADERO -**  
**SISTEMA DE CALEFACCION**  
**( PARTE AEREA )**  
 Escala 1:100



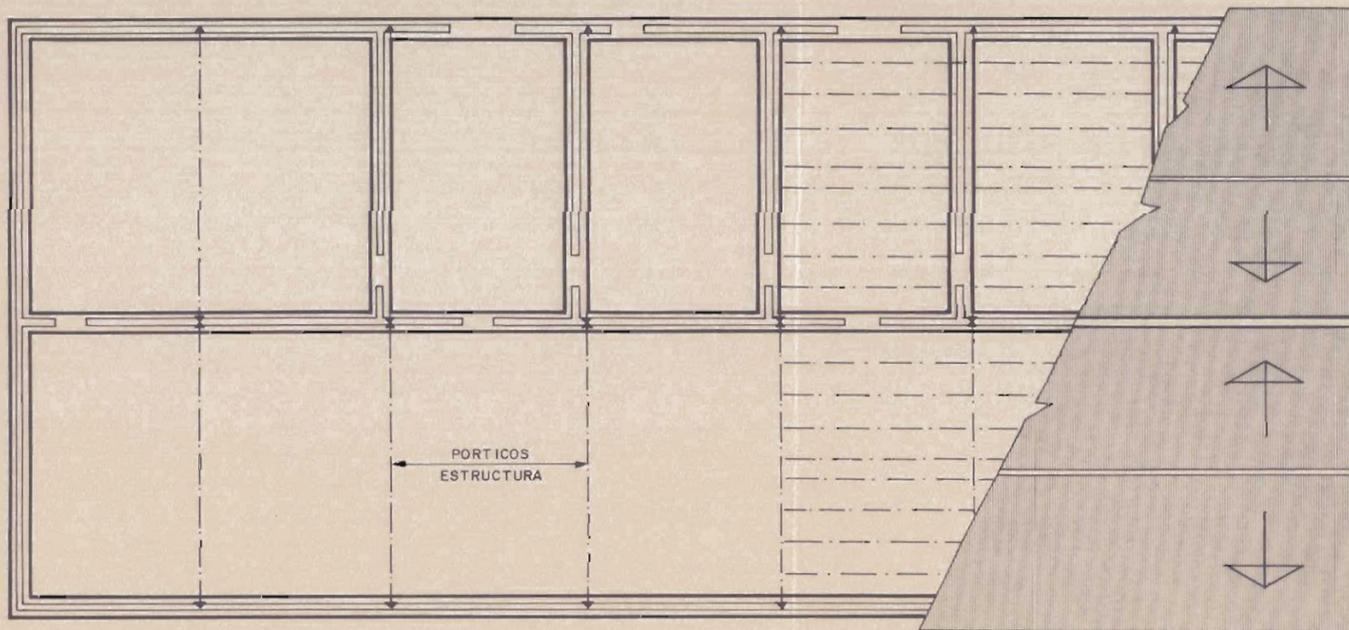
FACHADA LONGITUDINAL



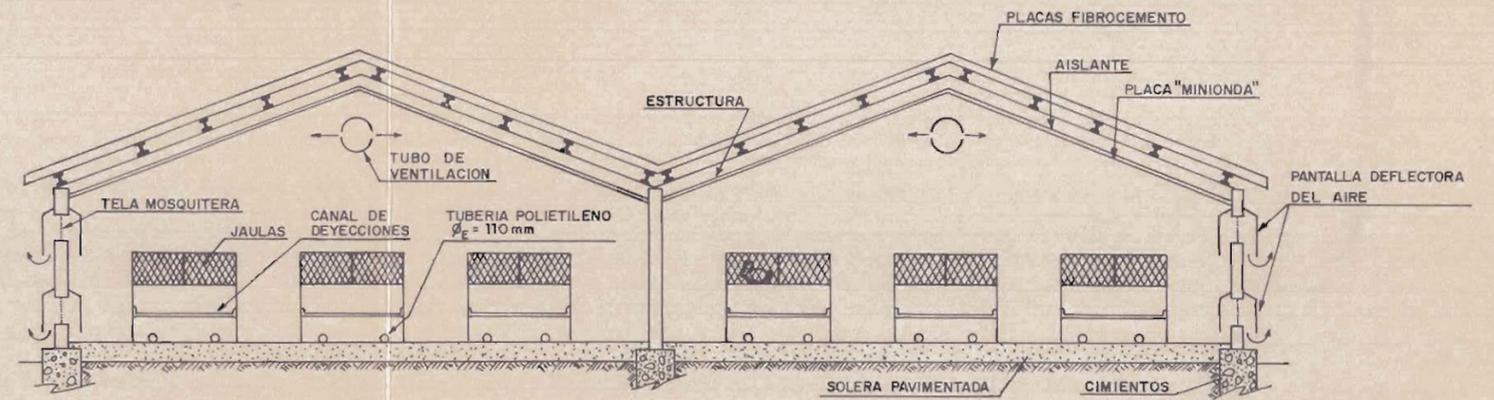
FACHADA FRONTAL



PLANTA SUP.: 754,4 m<sup>2</sup>



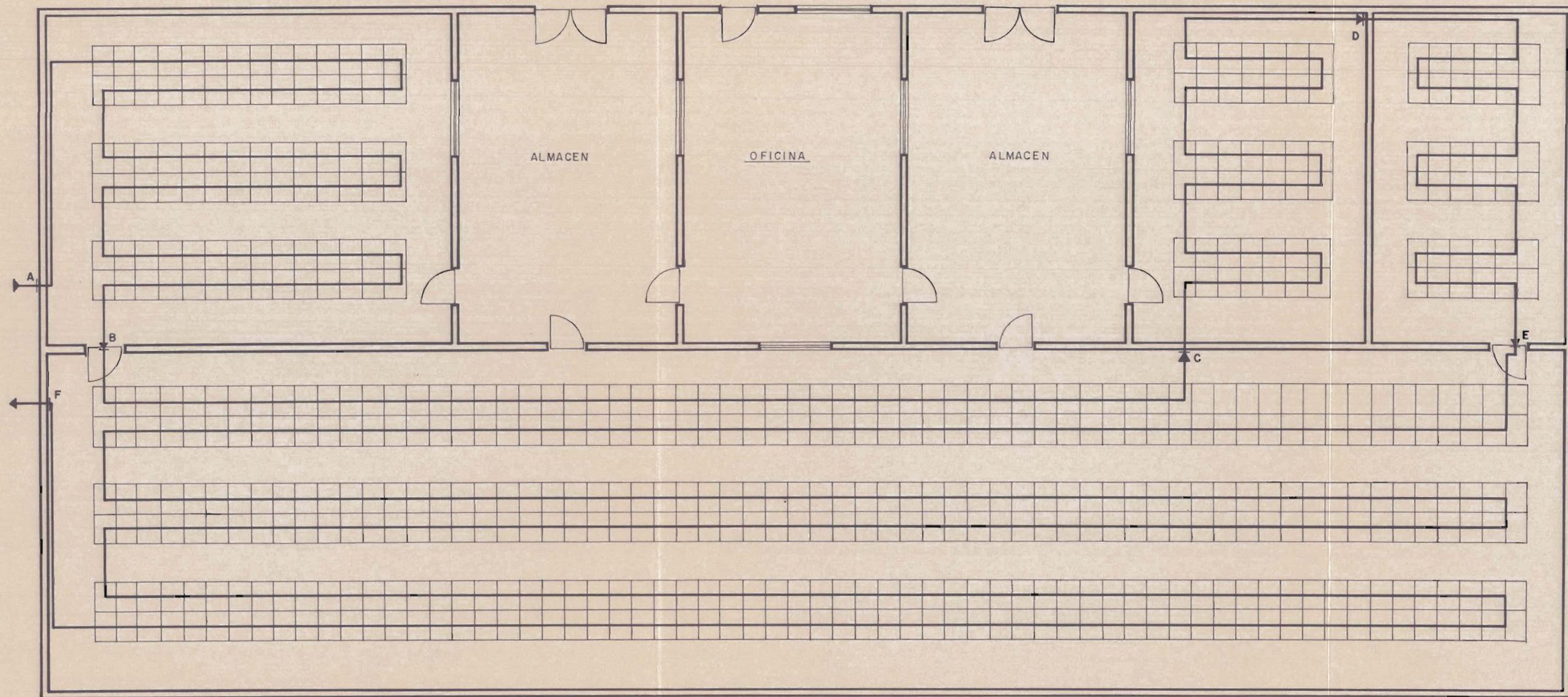
PLANTA DE CIMIENTOS, ESTRUCTURA Y CUBIERTA



SECCION A-B Escala 1:100

**PLANO 3**  
**- NAVE DE CONEJOS -**  
**DISTRIBUCION GENERAL**

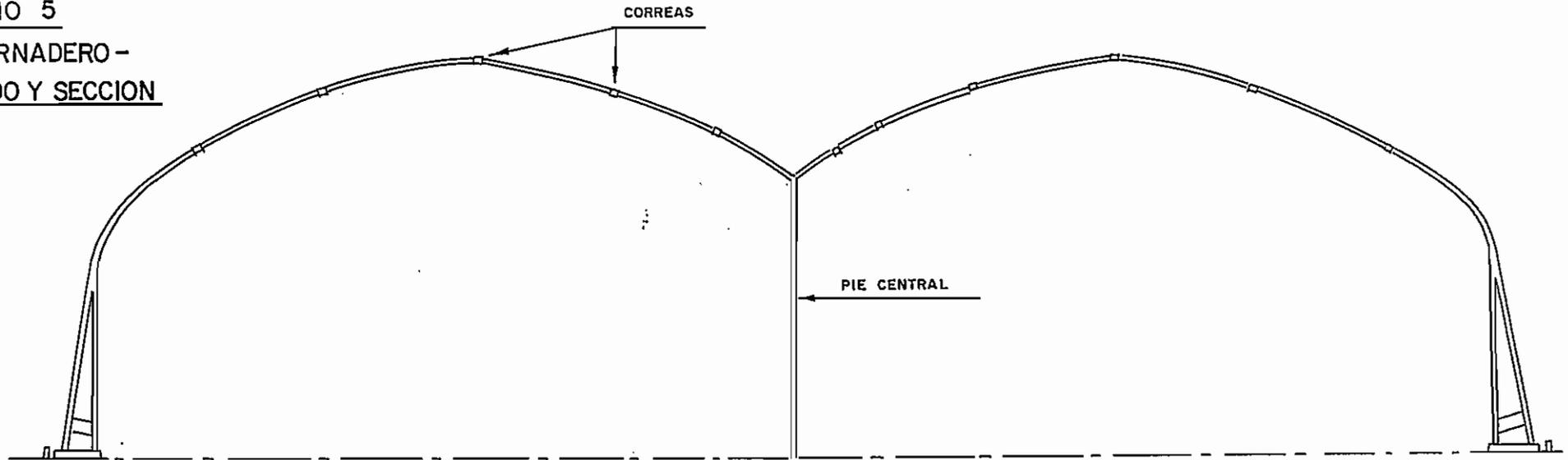
Escala 1:250



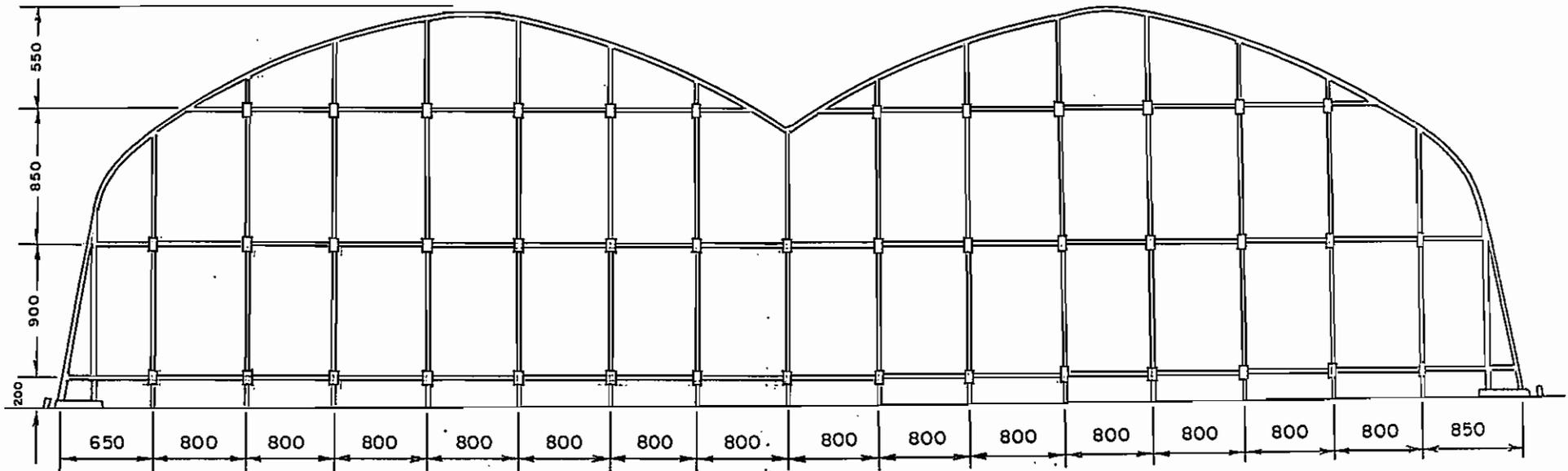
**PLANO 4**  
**- NAVE DE CONEJOS -**  
**SISTEMA DE CALEFACCION**  
 ESCALA 1:100

- Tuberia de polietileno alta densidad  $\phi_E = 110\text{mm}$
- |       |                 |           |
|-------|-----------------|-----------|
| Tramo | $\overline{AB}$ | = 63,3 m  |
| "     | $\overline{BC}$ | = 31,7 m  |
| "     | $\overline{CD}$ | = 34,5 m  |
| "     | $\overline{DE}$ | = 30,0 m  |
| "     | $\overline{EF}$ | = 195,7 m |

PLANO 5  
-INVERNADERO-  
ALZADO Y SECCION

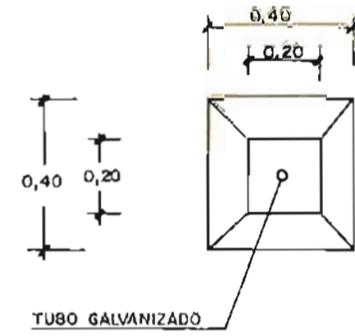
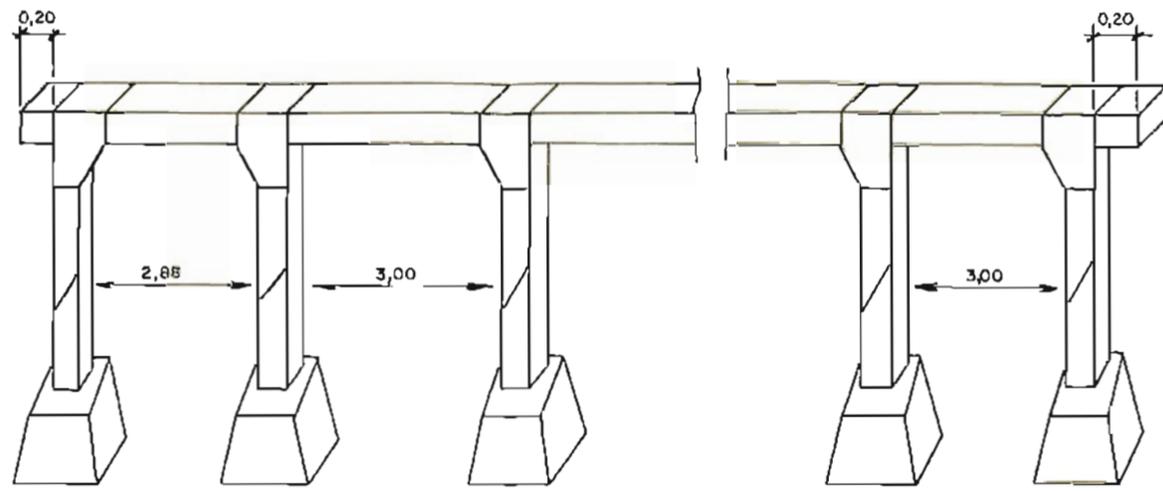


SECCION



ALZADO FRONTAL

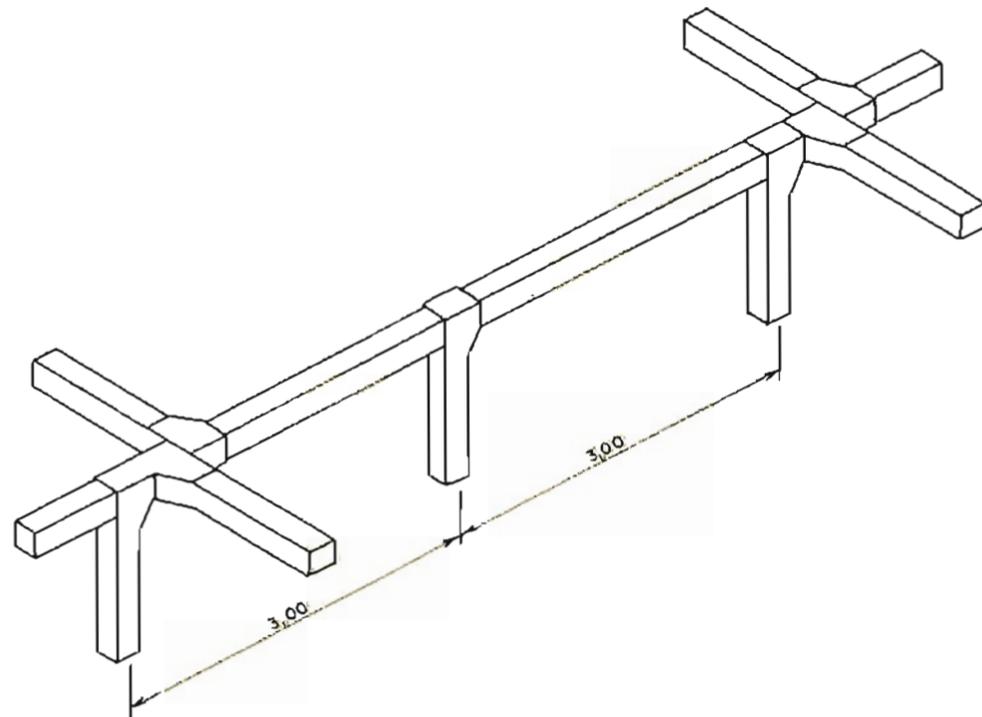
JACENAS Y PIES CENTRALES



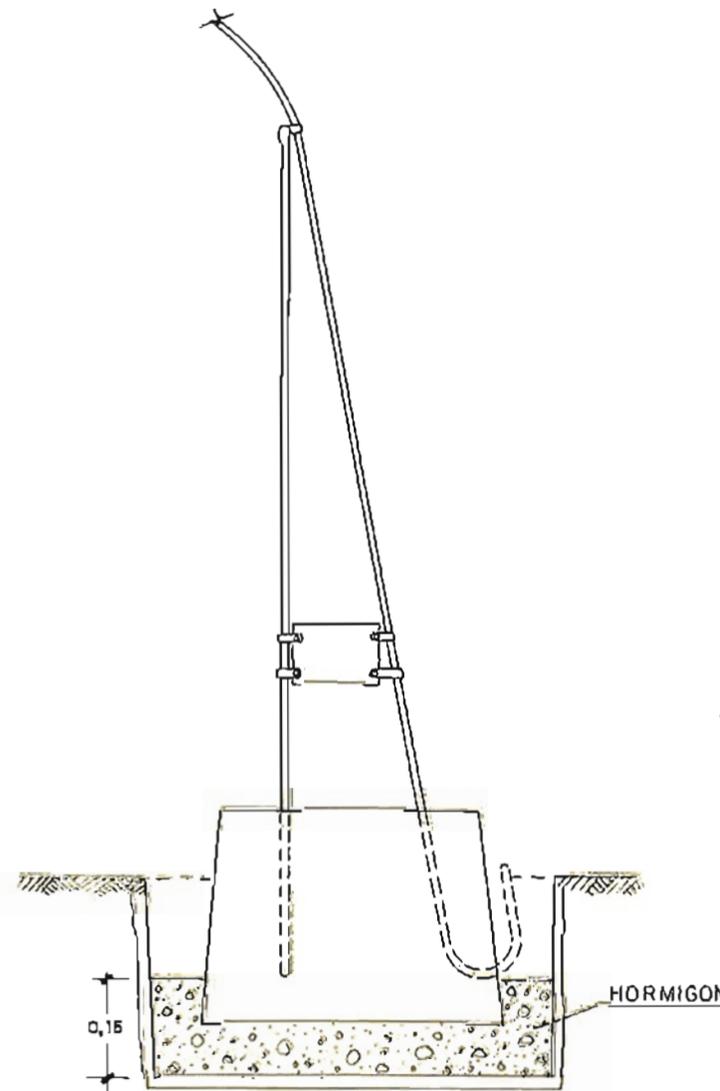
PLANTA DE LA ZAPATA



SECCION DE LA ZAPATA



CIMENTOS



PLANO 6  
- INVERNADERO -  
DETALLES CONSTRUCTIVOS