

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

PROYECTO TERMOTASAJERO

TOMO II

ICEL

1979



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER

C
E
N
S

PROYECTO TERMOTASAJERO

PRIMER INFORME DE FACTIBILIDAD

HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA

TO MO II

MARZO DE 1979



SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA.
ESTUDIO FINANCIADO POR FONADE

T O M O II

HDROLOGIA Y METEOROLOGIA



TOMO II

METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

CONTENIDO

1. METEOROLOGIA EN LA ZONA DEL PROYECTO

1.1. ESTACIONES METEOROLOGICAS

1.2. TEMPERATURA DEL AIRE

1.3. HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE

1.4. VIENTOS

1.4.1. Velocidad

1.4.2.1. Estación Aeropuerto Camilo Daza

1.4.2.2. Estación Carmen de Tonchalá

1.4.2.3. Comparación entre las Estaciones
Aeropuerto Camilo Daza y Carmen
de Tonchalá

1.5. LLUVIA.

1.5.1. Lluvia Mensual

1.5.1.1. Total mensual

1.5.1.1.1. Aeropuerto Camilo Daza

1.5.1.1.2. Carmen de Tonchalá

1.5.1.1.3. Comparación Aeropuerto Camilo
Daza y Carmen de Tonchalá.

1.5.1.2. Mínimo Interanual de los Totales
Mensuales

1.5.1.2.1. Aeropuerto Camilo Daza

1.5.1.2.2. Carmen de Tonchalá

1.5.1.2.3. Comparación entre Aeropuerto Camilo
Daza y Carmen de Tonchalá



1.5.2. Lluvia máxima Intramensual en 24

Horas

1.5.2.1 Aeropuerto Camilo Daza

1.5.2.2 Carmen de Tonchalá

1.5.3 Aguaceros máximos

1.6 RECOMENDACIONES SOBRE INSTRUMENTACION
METEOROLOGICA

2. HIDROLOGIA DEL RIO ZULIA

2.1 CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO ZULIA

2.2 ESTACIONES HIDROMETRICAS

2.3 CAUDAL EN SAN JAVIER

2.3.1 Caudal máximo

2.3.2 Caudal mínimo

2.4 SEDIMENTOS.

2.5 TEMPERATURA DEL AGUA

2.6 PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DEL AGUA

2.6.1 El agua para Enfriamiento

2.6.2 Requisitos y Especificaciones de
calidad del agua para Enfriamiento

2.6.3 Muestreos y resultados

2.6.4 Conclusiones y recomendaciones



METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

1. METEOROLOGIA EN LA ZONA DEL PROYECTO

1.1 ESTACIONES METEOROLOGICAS.

El plano II-1 muestra la localización de las dos únicas estaciones con mediciones meteorológicas que se han encontrado de interés, cuyas principales características se describen a continuación:

Aeropuerto Camilo Daza: Situada en las afueras de la ciudad de Cúcuta. Se trata de una estación sinóptica de superficie que está dotada de los siguientes elementos: termómetro seco, termómetro húmedo, heliógrafo, termómetro de máxima y mínima, anemómetro, pluviógrafo y pluviómetro.

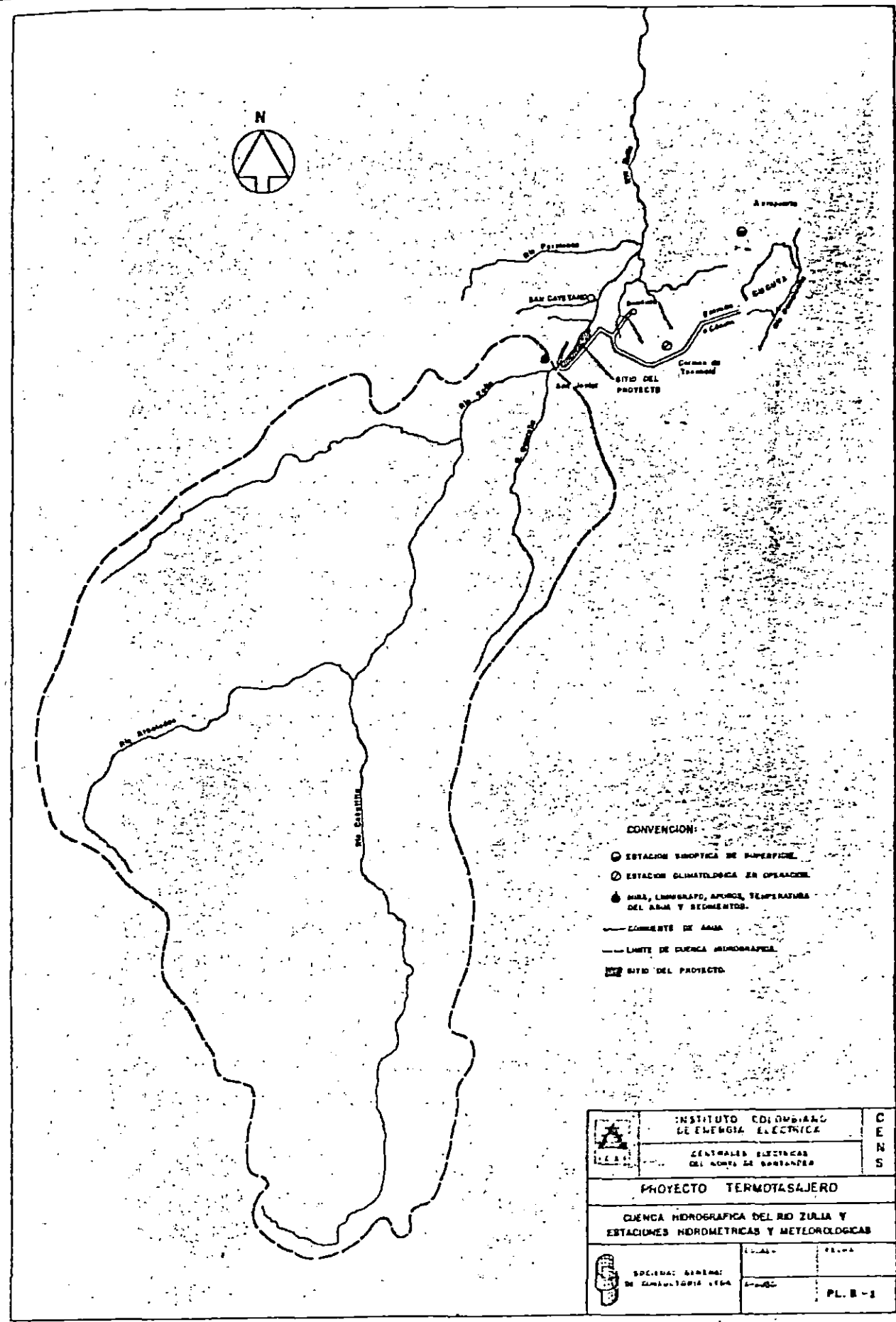
Carmen de Tonchalá: Situada entre Cúcuta y el sitio del proyecto, sobre la carretera que conduce de Cúcuta a San Cayetano. Se trata de una estación climatológica en operación, y está dotada de los siguientes elementos: termómetro seco, termómetro húmedo, termómetros de máxima y mínima, anemómetro, pluviómetro, pluviógrafo, actinógrafo y



veleta.

Los datos meteorológicos vienen con alguna regularidad desde 1950 para el Aeropuerto Camilo Daza y desde 1969 para la Estación de Carmen de Tonchalá.

La estación de Carmen de Tonchalá está localizada a una cota aproximada de 260 mt., más o menos a la misma elevación que el sitio del proyecto que está a 260 mts. y a una distancia aproximada de 7 km del mismo. Las condiciones físicas de los sitios no muestran características fundamentalmente diferentes, por lo cual puede considerarse como indicadores de las variables meteorológicas para el sitio del proyecto las correspondientes a Carmen de Tonchalá. En cuanto al viento se recomienda instalar en el sitio del proyecto un instrumento de medición apropiado, según se indica mas adelante.



	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA	C E N S				
	CENTRALES ELECTRICAS DEL NOROCCIDENTE					
PROYECTO TERMOSTASAJERO						
CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO ZULIA Y ESTACIONES HIDROMETRICAS Y METEOROLOGICAS						
	<table border="1"> <tr> <td>FECHA:</td> <td>FECHA:</td> </tr> <tr> <td>NO.:</td> <td>NO.:</td> </tr> </table>	FECHA:	FECHA:	NO.:	NO.:	PL. B-1
	FECHA:	FECHA:				
NO.:	NO.:					

1.2 TEMPERATURA DEL AIRE

La variación diurna presenta los mayores valores entre las 12 y las 15 horas y los menores valores entre las 01 y las 05 horas, variando entre 21,8°C y 31°C las lecturas con termómetro seco y entre 19.6°C y 24°C las lecturas con termómetro húmedo para la estación Carmen de Tonchalá, y entre 22.8°C y 31.0°C y entre 20.4°C y 23.2°C las lecturas con termómetro seco y húmedo respectivamente para el Aeropuerto Camilo Daza. (Gráfica II.T-1)

El promedio interanual del mínimo absoluto intramensual es de 15.9°C y el del máximo absoluto intramensual es de 35.9°C en la estación Carmen de Tonchalá, valores correspondientes a los meses de febrero y agosto respectivamente, mientras que en el Aeropuerto los mismos promedios varían entre 16.86°C para enero y 37.36°C para septiembre. (Cuadro II. T-1 y Gráfica II.T-3).

Las temperaturas mínima y máxima diarias presentan promedios interanuales intramensuales de 20.72°C y 30.10°C para el Aeropuerto y de 20.92°C y 32.10°C para Carmen de Tonchalá. (Gráfica II.T-2).

Los promedios interanuales para cada mes de estos estadígrafos se ilustran en la gráfica II.T-3.

La temperatura de termómetro seco oscila alrededor de 27.95°C para el aeropuerto y alrededor de 27.12°C

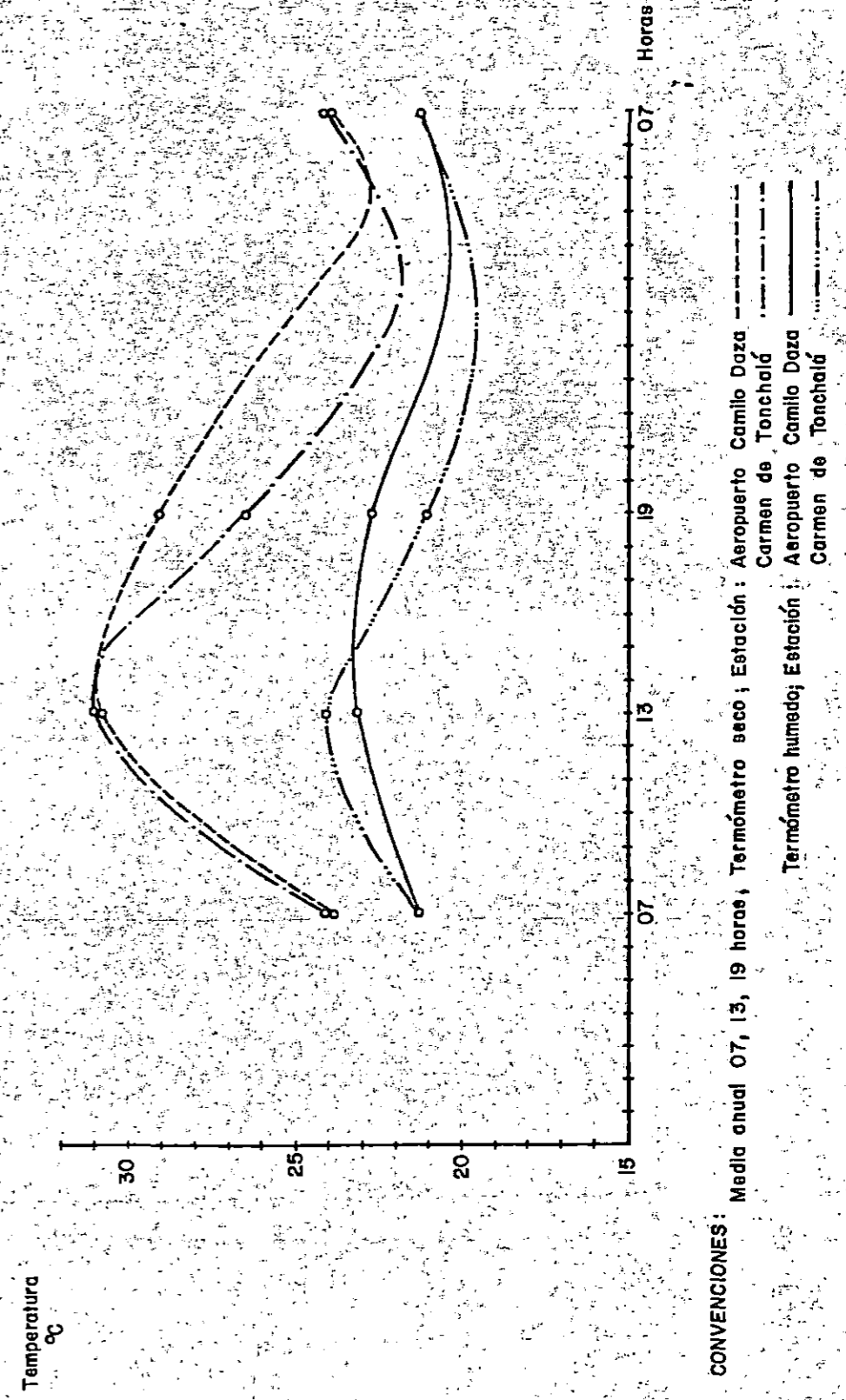
para Carmen de Tonchalá, mientras que con termómetro húmedo oscila alrededor de 22.44°C para el Aeropuerto y 22.53°C para el Carmen de Tonchalá. (Cuadro II.T-1 y Gráfica II.T-4).

El cuadro contiene las secuencias históricas de temperaturas extremas para las dos estaciones. Un análisis probabilístico de extremos permite concluir que para un lapso medio de retorno de 20 años corresponden los siguientes valores:

Estación	Temperaturas	
	Máxima	Mínima
	Absoluta °C	Absoluta °C
Aeropuerto Camilo Daza	41.4	11.3
Carmen de Tonchalá	38.9	13.3

Las gráficas II.T-5 a II.T-8 muestran las respectivas funciones de probabilidad estimadas.

GRAFICO II. T-1
 PATRON PROMEDIO DE VARIACION DIURNA
 TEMPERATURA



CONVENCIONES: Media anual 07, 13, 19 horas, Termómetro seco; Estación: Aeropuerto Camilo Daza
 Carmen de Tonchalá
 Termómetro húmedo; Estación: Aeropuerto Camilo Daza
 Carmen de Tonchalá



INSTITUTO COLOMBIANO
 DE ENERGIA ELECTRICA
 centrales eléctricas
 del norte de santander

S Z M C



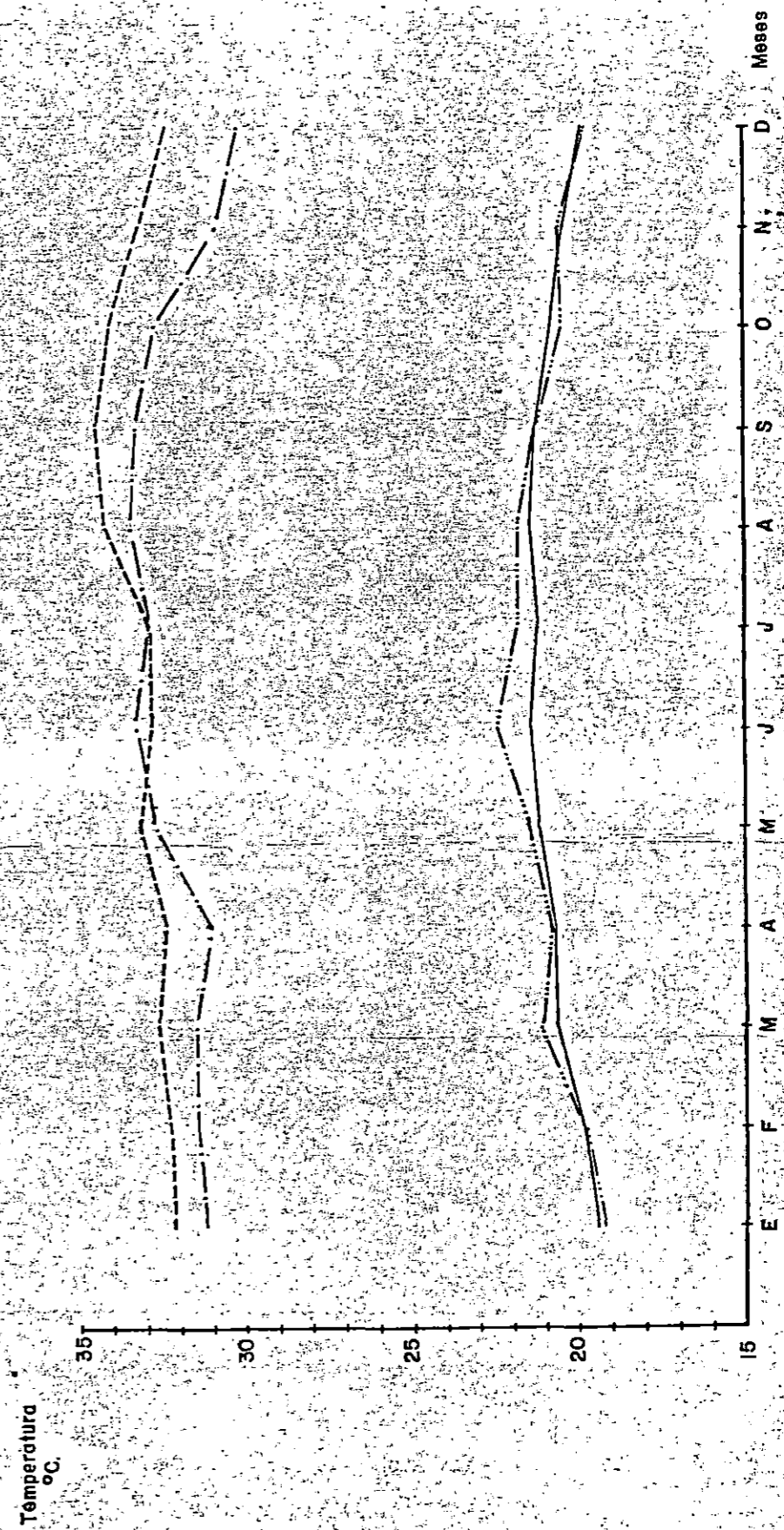
SOCIEDAD GENERAL
 DE CONSULTORIA LTDA

PROYECTO TERMOTASAJERO

A PROBO:

FECHA:

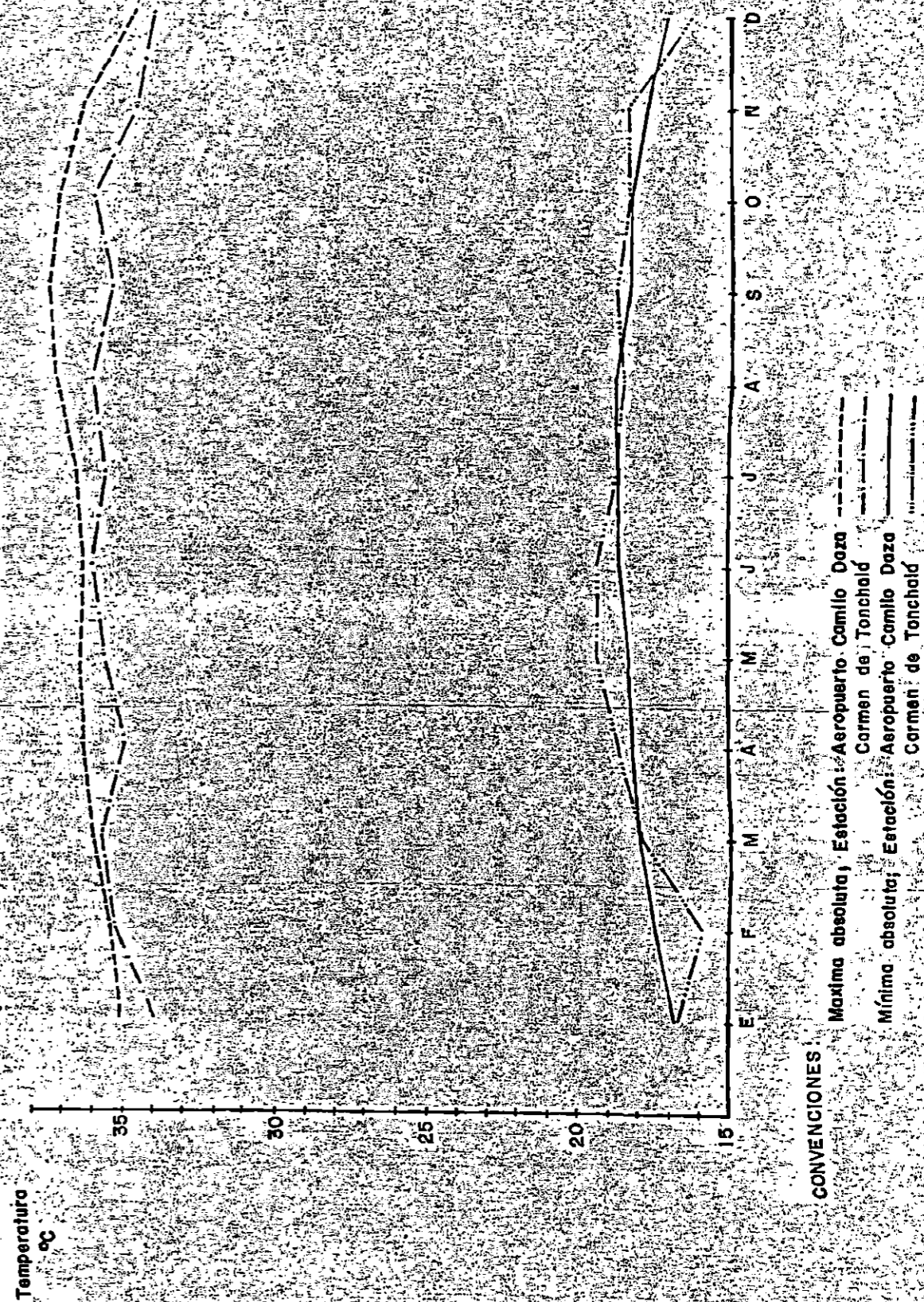
GRAFICO II-T-2
 PROMEDIO INTERANUAL INTRAMENSUAL DE EXTREMOS DIARIOS
 TEMPERATURA



CONVENCIONES:
 Media máxima mensual, Estación: Aeropuerto Camilo Daza (---)
 Media mínima mensual, Estación: Tonchalá (—)
 Media máxima mensual, Estación: Tonchalá (---)
 Media mínima mensual, Estación: Aeropuerto Camilo Daza (—)

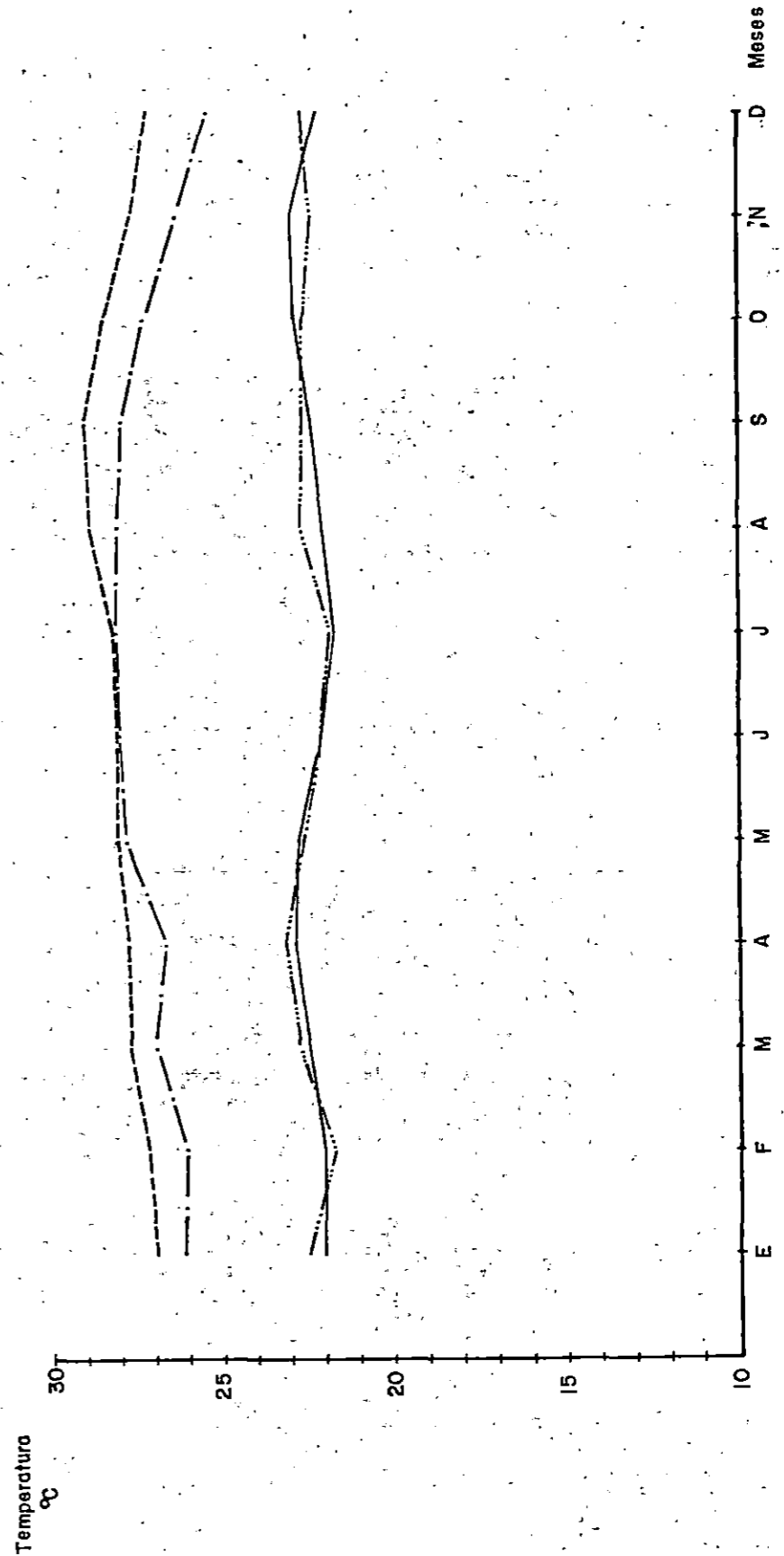
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA centros eléctricos del norte de santander	C E N S	 SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	PROYECTO TERMOTASAJERO	APROBO:
				FECHA:

GRAFICO I. T-3
 PROMEDIO INTERANUAL DE EXTREMOS INTRAMENSUALES
 TEMPERATURA



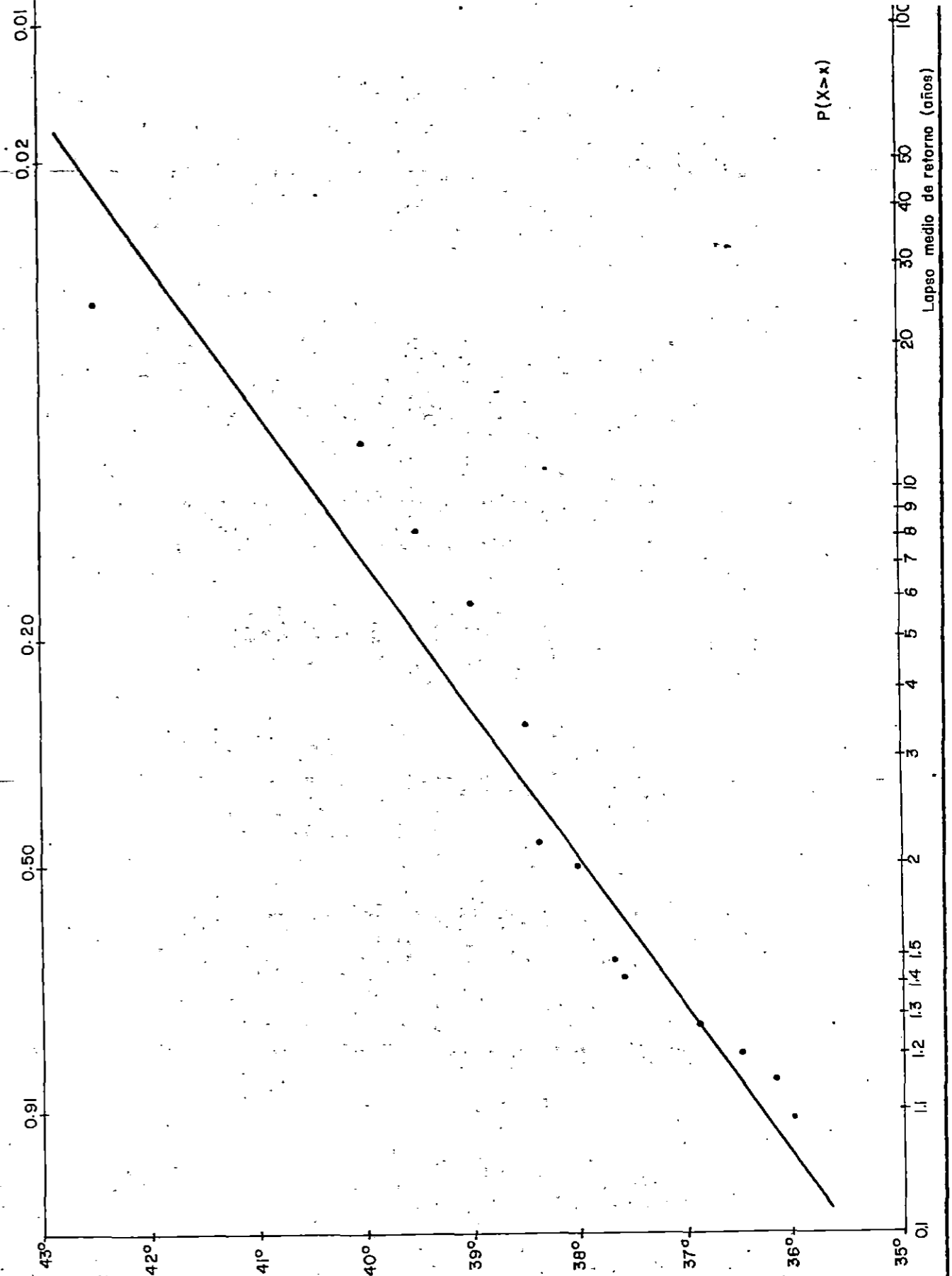
CONVENCIONES:
 Maxima absoluta, Estación: Aeropuerto Camillo Daza ---
 Carmen de Tonchalid ---
 Minima absoluta; Estación: Aeropuerto Camillo Daza —
 Carmen de Tonchalid —

GRAFICO I. T-4
 PROMEDIO INTERANUAL INTRAMENSUAL
 TEMPERATURA

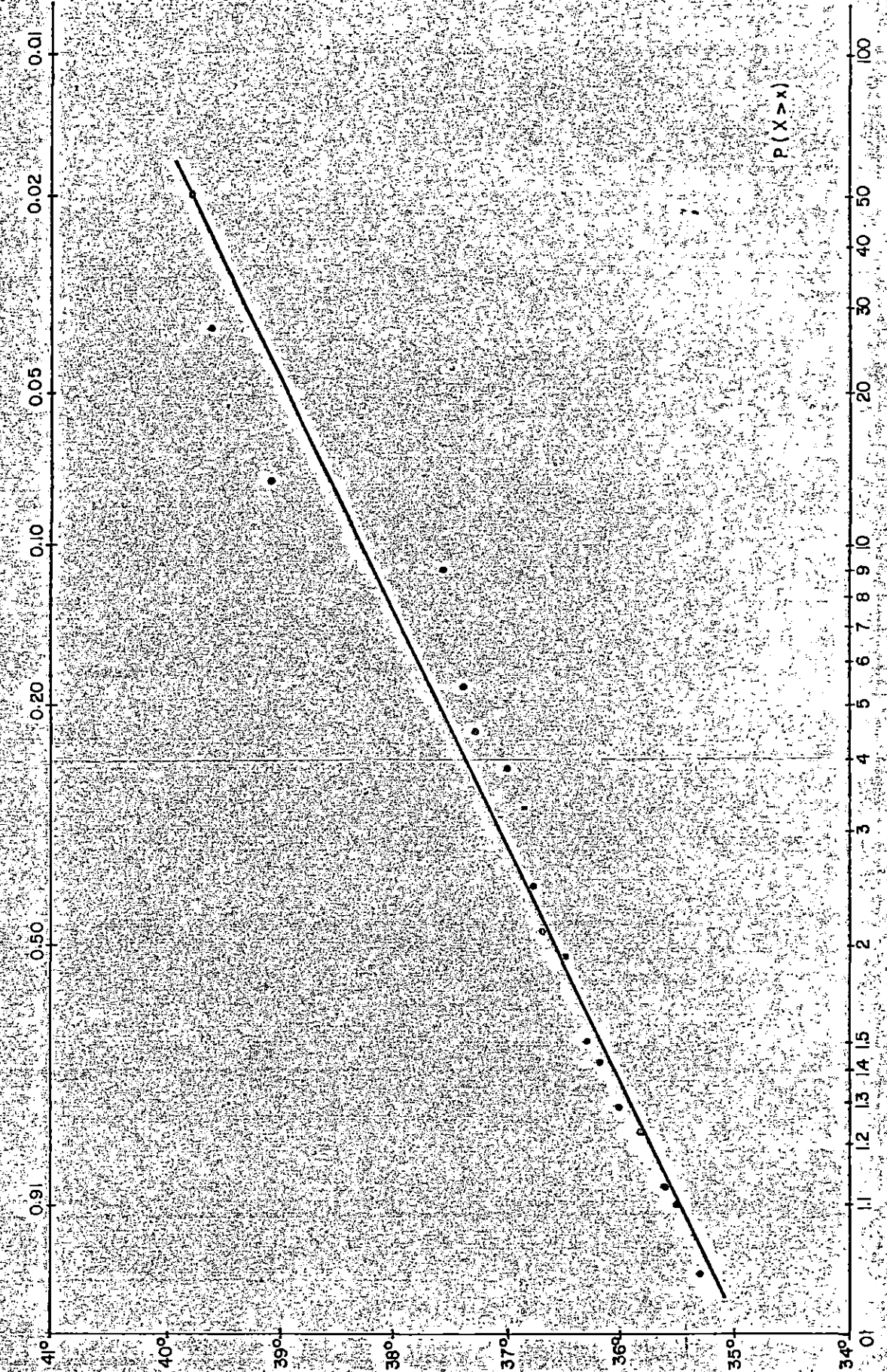


CONVENCIONES:
 Medía mensual: termómetro, seco; Estación : Aeropuerto Camilo Daza
 Carmen de Tonchalá
 Termómetro húmedo; Estación: Aeropuerto Camilo Daza
 Carmen de Tonchalá

GRAFICA II. T-5 FUNCION PROBABILISTICA DE LA TEMPERATURA MAXIMA ABSOLUTA, AEROPUERTO CAMILO DAZA



GRAFICA II.T-6 FUNCION PROBABILISTICA DE LA TEMPERATURA MAXIMA ABSOLUTA, CARMEN DE TONCHALA



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
centrales eléctricas del norte de Santander

ICEL

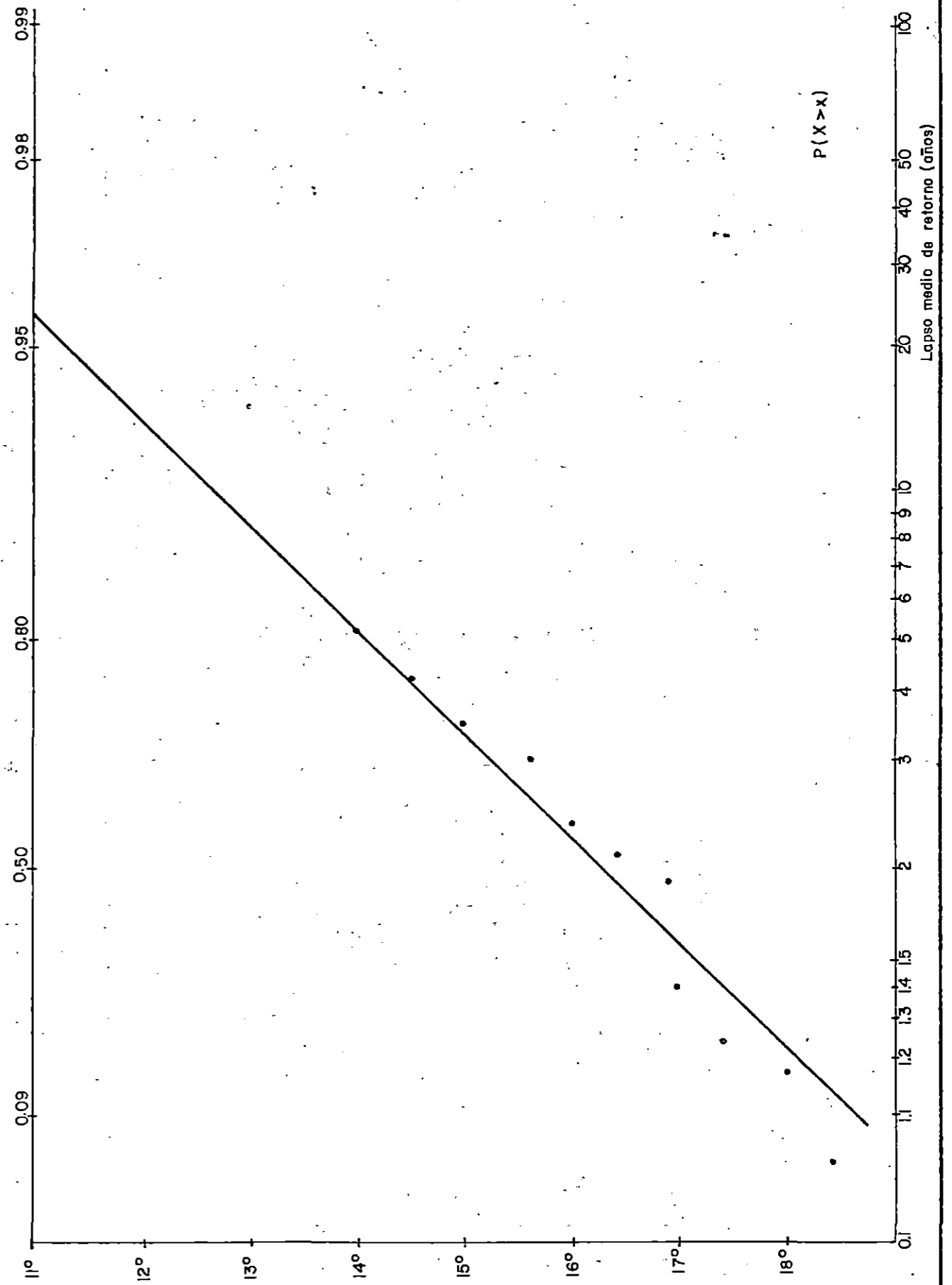


SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA

PROYECTO TERMOTASAJERO

A PROBO:
FECHA:

GRAFICA II. T-7 FUNCION PROBABILISTICA DE LA TEMPERATURA MINIMA ABSOLUTA, AEROPUERTO CAMILO DAZA



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
centrales eléctricas del norte de santander

SZMCO



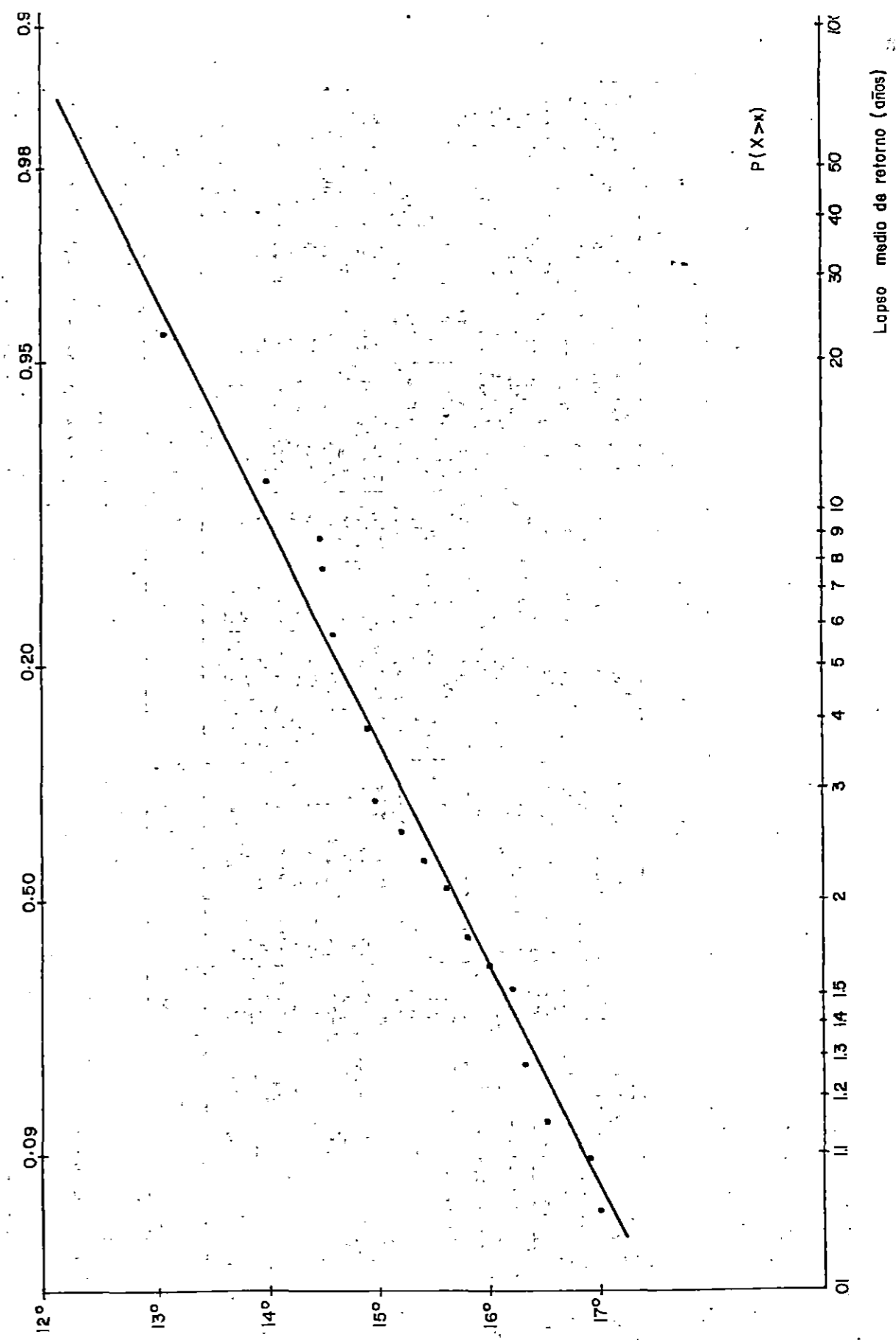
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA

PROYECTO TERMOTASAJERO

APROBO:

FECHA:

GRAFICA II. T-8 FUNCION PROBABILISTICA DE LA TEMPERATURA MINIMA ABSOLUTA, CARMEN DE TONCHALA



 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA centros eléctricos del norte de santander	 SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	PROYECTO TERMOTASAJERO	APROBO:
			FECHA:

CUADRO No. II. T.1
PROMEDIO MENSUAL INTRA-ANUAL

FENOMENO: Temperatura

UNIDADES DE EXPRESION: °C.

FUENTE: Himat (archivo CENS)

ESTACIONES:

ACD=Aeropuerto Camillo Daza, Cúcuta N.DE.S.

CDT: Carmén de Tonchalá, Cúcuta N.DE. S.

VARIABLE	mes	estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio anual
Promedio Intramensual de máximas	ACD	32.19	32.28	32.66	32.55	32.20	32.98	32.91	34.25	34.57	34.06	33.22	32.42	30.10	
	CDT	31.23	31.52	31.58	31.08	32.74	33.30	32.96	33.50	33.94	32.80	30.95	30.25	32.10	
Promedio Intramensual de mínimos	ACD	19.42	19.85	20.68	20.75	21.18	21.45	21.23	21.48	21.36	20.83	20.52	19.82	20.72	
	CDT	19.24	19.82	21.10	20.60	21.53	22.56	21.85	21.85	21.96	20.60	20.55	19.80	20.92	
Máxima absoluta Intramensual	ACD	35.23	35.42	35.94	36.2	36.18	37.13	37.13	37.13	37.36	36.96	36.05	35.3	36.16	
	CDT	34.04	35.33	35.77	34.87	35.47	35.90	35.40	35.80	35.82	35.80	34.33	33.65	35.14	
Mínima absoluta Intramensual	ACD	16.86	17.46	18.04	18.18	18.37	18.80	18.65	18.50	18.64	18.80	17.73	17.10	18.06	
	CDT	16.72	15.90	17.88	18.63	19.37	19.30	18.85	18.50	18.80	18.19	15.96	16.22	18.04	
Promedio 07 Horas	ACD	22.50	22.76	23.5	23.65	24.26	25.05	24.89	24.96	24.72	24.20	23.69	23.03	23.95	
	CDT	22.97	22.54	23.47	24.00	25.00	25.71	24.90	25.37	24.98	24.28	23.58	22.78	24.12	
Promedio 13 Horas	ACD	29.78	29.79	30.29	30.23	31.14	30.62	30.70	31.45	32.30	31.99	31.15	30.29	30.82	
	CDT	29.88	29.75	30.88	30.47	31.80	31.78	31.72	32.30	32.44	31.82	29.73	29.22	30.99	
Promedio 19 Horas	ACD	28.63	28.68	29.11	28.79	29.13	28.74	29.08	29.65	29.98	29.4	28.69	28.25	29.04	
	CDT	25.97	25.71	26.87	26.28	27.28	27.26	27.45	27.30	27.26	26.87	25.09	24.82	26.51	
Promedio Mensual	ACD	27.0	27.17	27.68	27.74	28.14	28.06	28.20	28.86	28.86	28.49	27.79	27.23	27.95	
	CDT	26.17	26.10	27.03	26.75	27.90	28.03	28.06	28.18	28.06	27.98	27.95	26.41	25.48	
Promedio 07 Horas	ACD	20.49	20.79	21.32	21.8	21.86	21.33	20.97	21.12	21.47	21.76	21.71	20.82	21.30	
	CDT	21.00	20.77	21.71	22.12	21.82	21.22	20.97	21.47	21.30	21.62	21.27	21.15	21.37	
Promedio 13 Horas	ACD	22.97	22.84	23.13	23.64	23.62	22.77	22.37	22.75	23.22	23.85	24.09	23.38	23.21	
	CDT	24.38	22.91	23.74	24.98	23.82	23.40	23.40	24.92	25.00	23.88	24.02	24.70	24.04	
Promedio 19 Horas	ACD	22.68	22.54	23.16	23.18	22.64	22.64	22.07	22.54	22.73	23.3	23.29	22.71	22.81	
	CDT	22.08	21.77	22.86	23.14	22.43	21.73	21.47	21.95	21.62	22.34	22.07	22.20	21.14	
Promedio Mensual	ACD	22.05	22.04	22.45	22.91	22.83	22.21	21.81	22.14	22.47	22.97	23.03	22.35c	22.44	
	CDT	22.52	21.90	22.72	23.22	22.67	22.14	21.95	22.77	22.77	22.64	22.47	22.70	22.53	

SECUENCIA HISTORICA DE TEMPERATURAS EXTREMAS

Estación Variable Año	Est. Aeropuerto Camilo Daza		Est. Carmén de Tonchalá	
	Temperatura Máxima absoluta ° C	Temperatura Mínima abs. ° C	Temperatura Máxima abs., ° C	Temperatura Mínima abs. ° C
1950	42,5	---	31,1*	---
51	38,4	---	36,7*	---
52	37,7	---	36,3*	---
53	39,0	14,0	37,0*	14,9*
54	---	15,0	---	15,4*
55	39,00	13,0	37,0*	14,0*
56	36,5	---	35,6*	---
57	38,0	14,5	36,5*	15,2*
58	---	---	---	---
59	38,5	14,0	36,8*	14,9*
60	37,6	15,6	32,2*	15,6*
61	36,9	17,0	35,8*	16,3*
62	36,0	17,0	35,3*	16,3*
63	38,9	16,0	36,5*	15,8*
64	38,5	16,0	36,8*	15,8*
65	39,5	10,0	37,3*	13,1*
66	39,0	17,4	37,0*	16,5*
67	40,0	17,0	37,6*	16,3*
68	38,0	17,4	36,5*	16,5*
69	38,5	17,0	37,4	16,0
70	38,5	18,0	36,5*	14,0
71	---	---	35,6	15,0
72	---	---	37,0	17,0
73	38,0	18,4	39,6	16,9*
74	36,2	16,4	35,8	14,6
75	36,0	18,4	36,0	15,0
76	37,6	---	36,2*	16,2*
77	---	---	37,6	---

* Dato hallado por correlación

En los promedios de variación diurna se presentan los valores más bajos hacia las 13 horas y los valores más altos de las 04 horas a las 06 horas, siendo estos valores de 54% y 81% para Carmen de Tonchalá (Gráfico II.H-1)

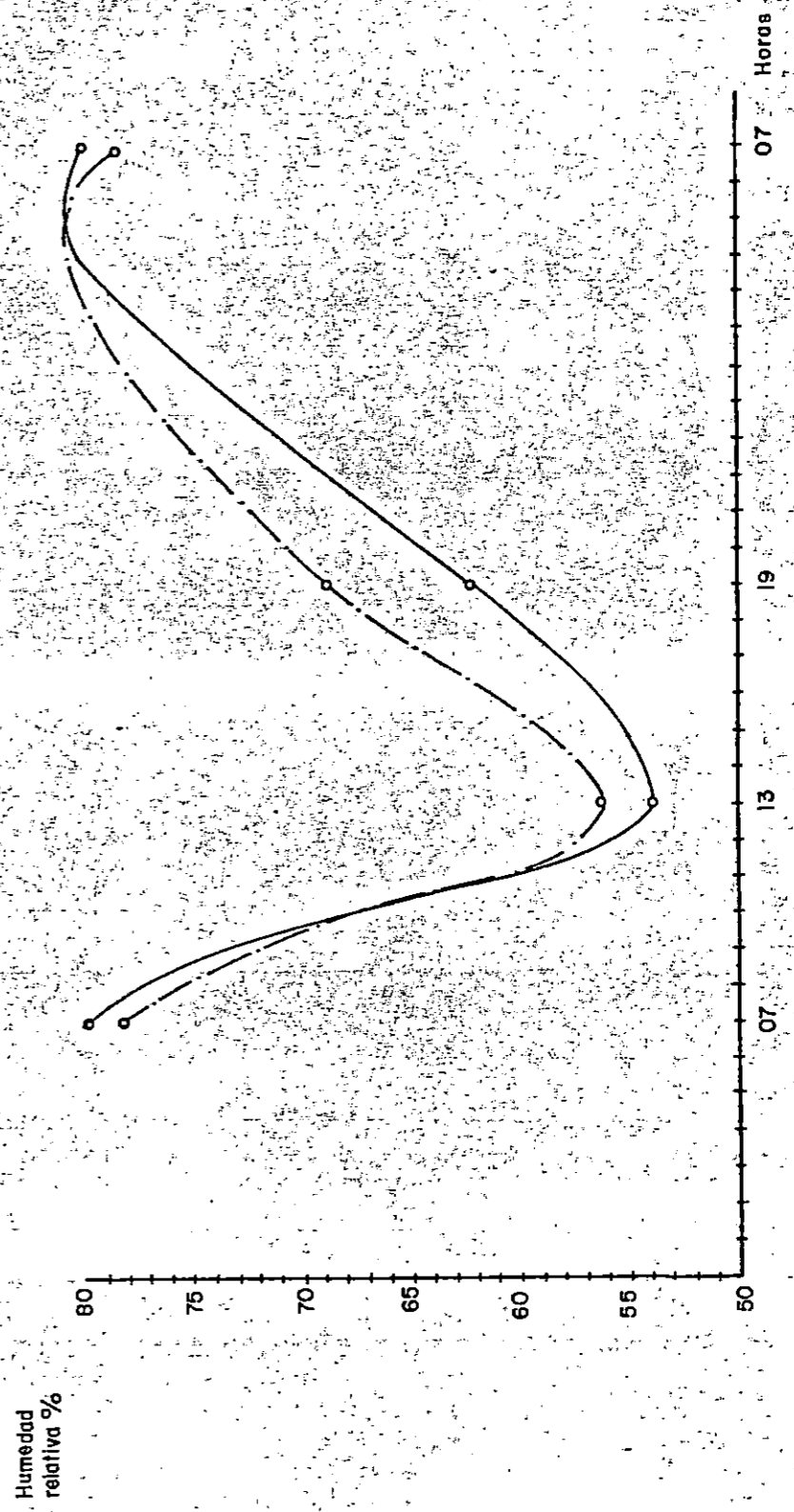
El promedio mensual de la humedad relativa presenta variaciones de 59.42% a 70.35% para el aeropuerto y de 58.67% a 78.83% para Carmen de Tonchalá; los valores de promedio intramensual de máximos y el promedio intramensual de mínimos varían entre un promedio interanual de 57.88% y 81.93% para el Aeropuerto, dando así una oscilación aproximada de 30%, mientras que en Carmen de Tonchalá varía entre 51.25% y 83.38% para una oscilación promedio de 32%. (Cuadro II.H-1, Gráficas II.H-2 y H-3). Los valores más bajos se presentan en los meses de junio a septiembre y los valores más altos de noviembre a febrero.

El cuadro II.H-2 contiene las secuencias históricas de extremos intramensuales de promedios mensuales. Un análisis probabilístico de extremos permite concluir que para un lapso medio de retorno de 20 años corresponden los siguientes valores:

Estación	Humedad Relativa	
	Media Máxima	Media Mínima
	%	%
Aeropuerto Camilo		
Daza	99.0	35.7
Carmen de Tonchalá	98.8	25.9

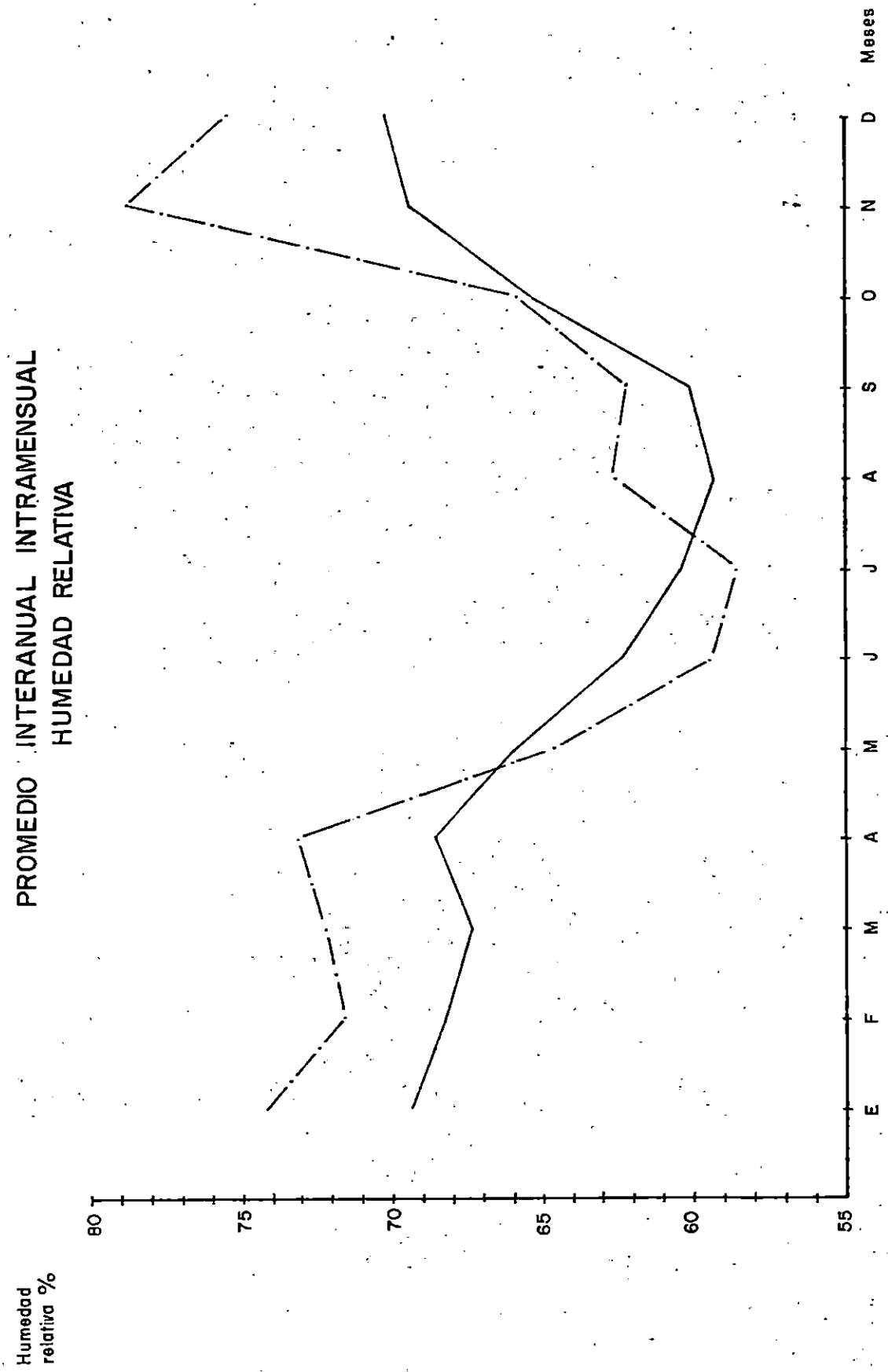
Las gráficas II.H-4 a II.H-7 muestran las correspondientes funciones probabilísticas.

GRAFICO II. H-1
 PROMEDIO ANUAL DE VARIACION DIURNA
 HUMEDAD RELATIVA



CONVENCIONES:
 Media anual 07, 13, 19 horas; Estación: Aeropuerto Camillo Daza —
 Carmen de Tonchalá - - -

GRAFICO II. H-2
 PROMEDIO INTERANUAL INTRAMENSUAL
 HUMEDAD RELATIVA



CONVENCIONES :
 Media mensual; Estación : Aeropuerto Camillo Daza —
 Carmen de Tonchalá - - - -



INSTITUTO COLOMBIANO
 DE ENERGIA ELECTRICA
 centrales eléctricas
 del norte de santander

C
E
N
S

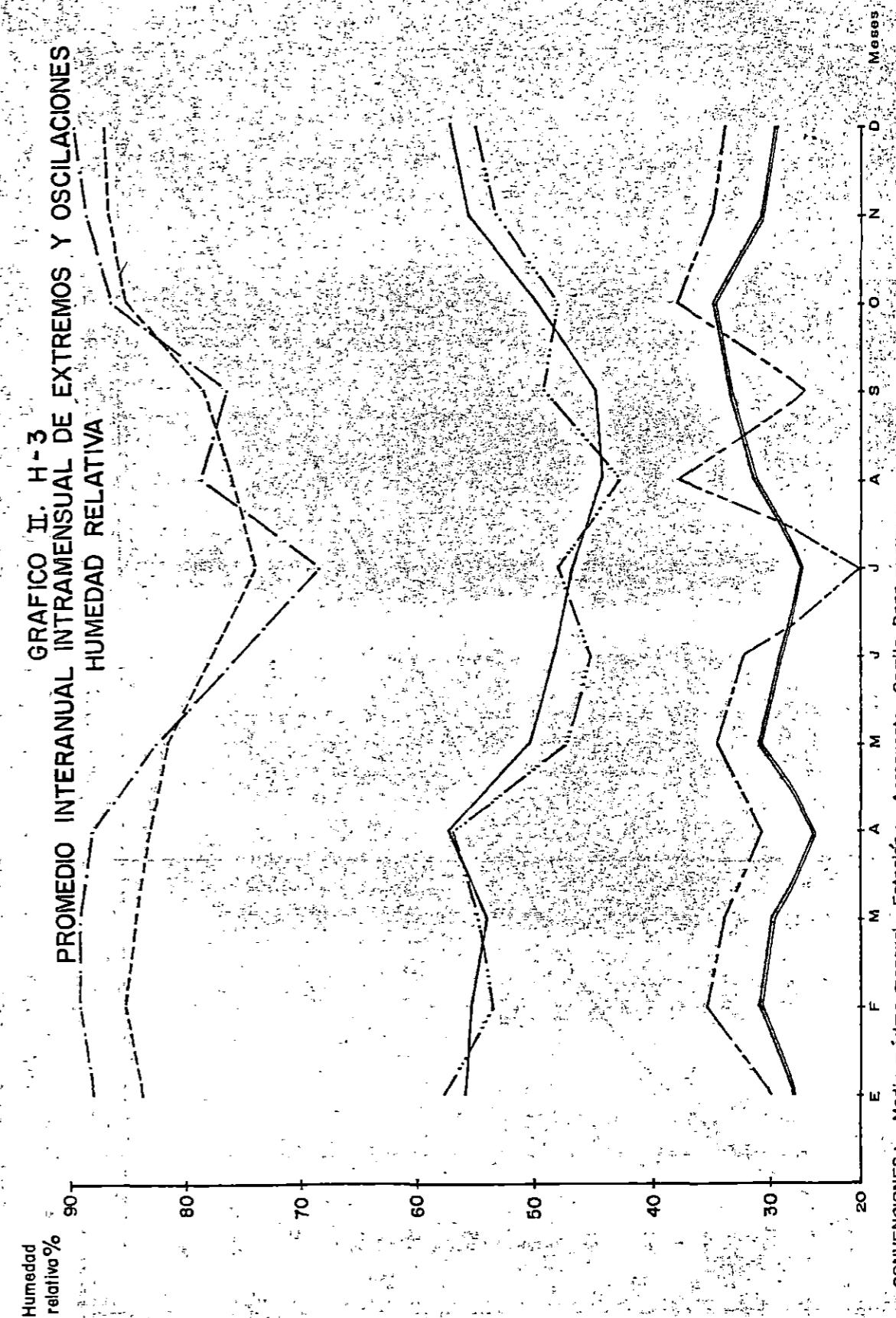


SOCIEDAD GENERAL
 DE CONSULTORIA LTDA

PROYECTO TERMOTASAJERO

APROBO:
 FECHA:

GRAFICO II. H-3
 PROMEDIO INTERANUAL INTRAMENSUAL DE EXTREMOS Y OSCILACIONES
 HUMEDAD RELATIVA



CONVENCIONES: Media máxima mensual; Estación: Aeropuerto Camilo Daza
 Media mínima mensual; Estación: Carmen de Tonchala
 Oscilación Media; Estación: Aeropuerto Camilo Daza



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
 centrales eléctricas del norte de santander

S N C

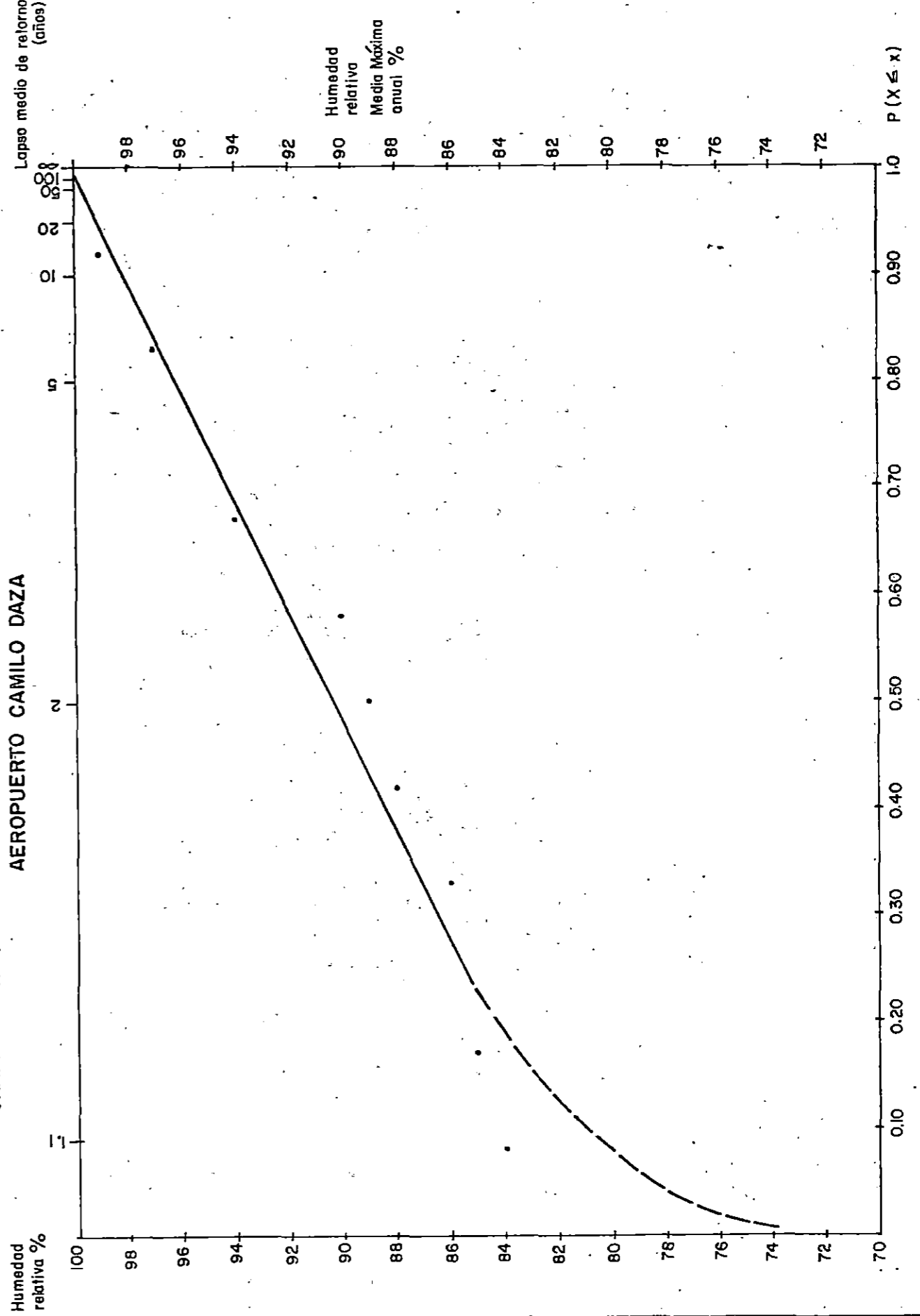


SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA

PROYECTO TERMOTASAJERO

APROBO:
 FECHA:

GRAFICA II. H-4 HUMEDAD RELATIVA: MAXIMO INTRANUAL DEL PROMEDIO MENSUAL
AEROPUERTO CAMILO DAZA



INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA
centrales eléctricas
del norte de Santander

C
E
N
S



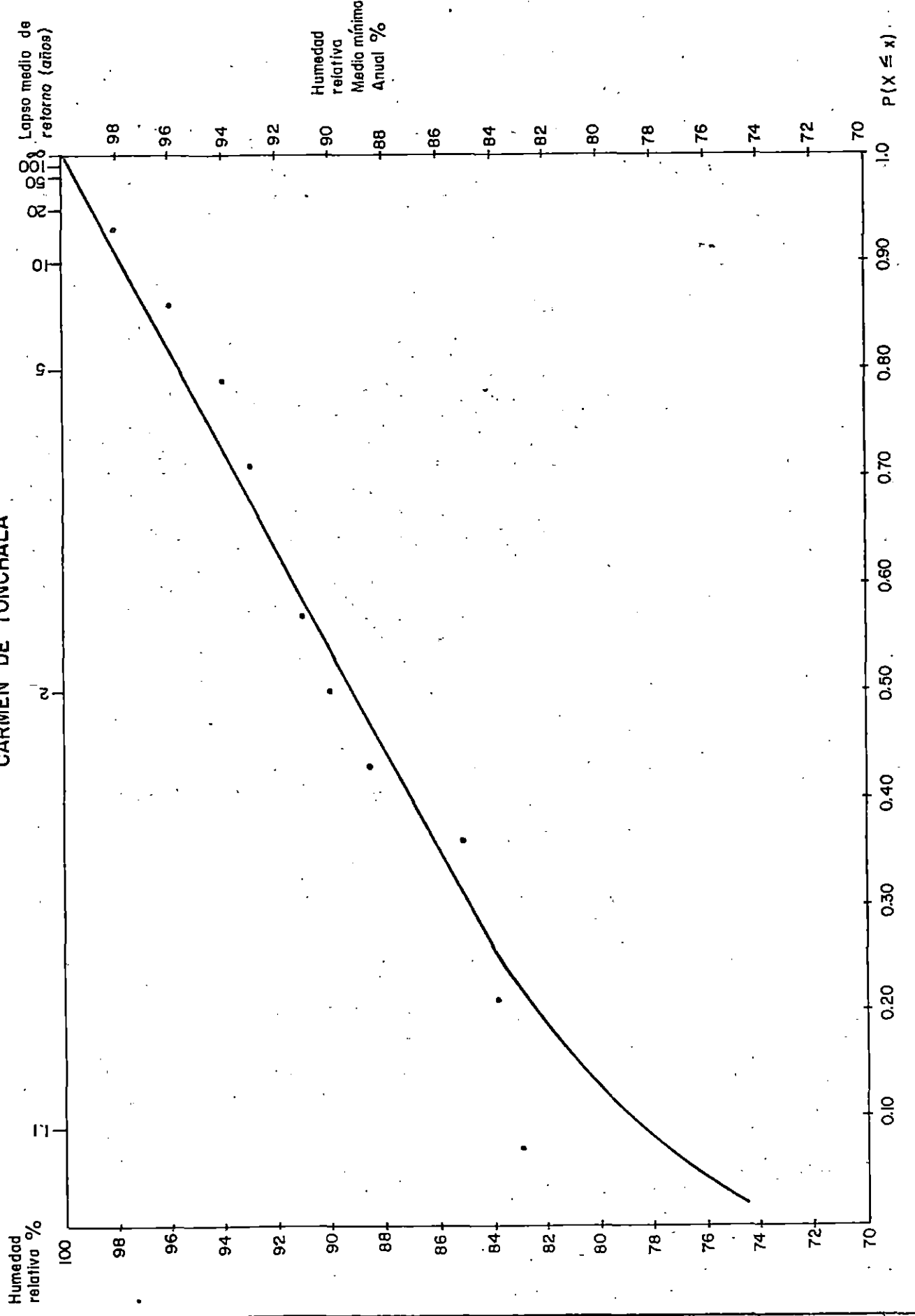
SOCIEDAD GENERAL
DE CONSULTORIA LTDA

PROYECTO TERMOTASAJERO

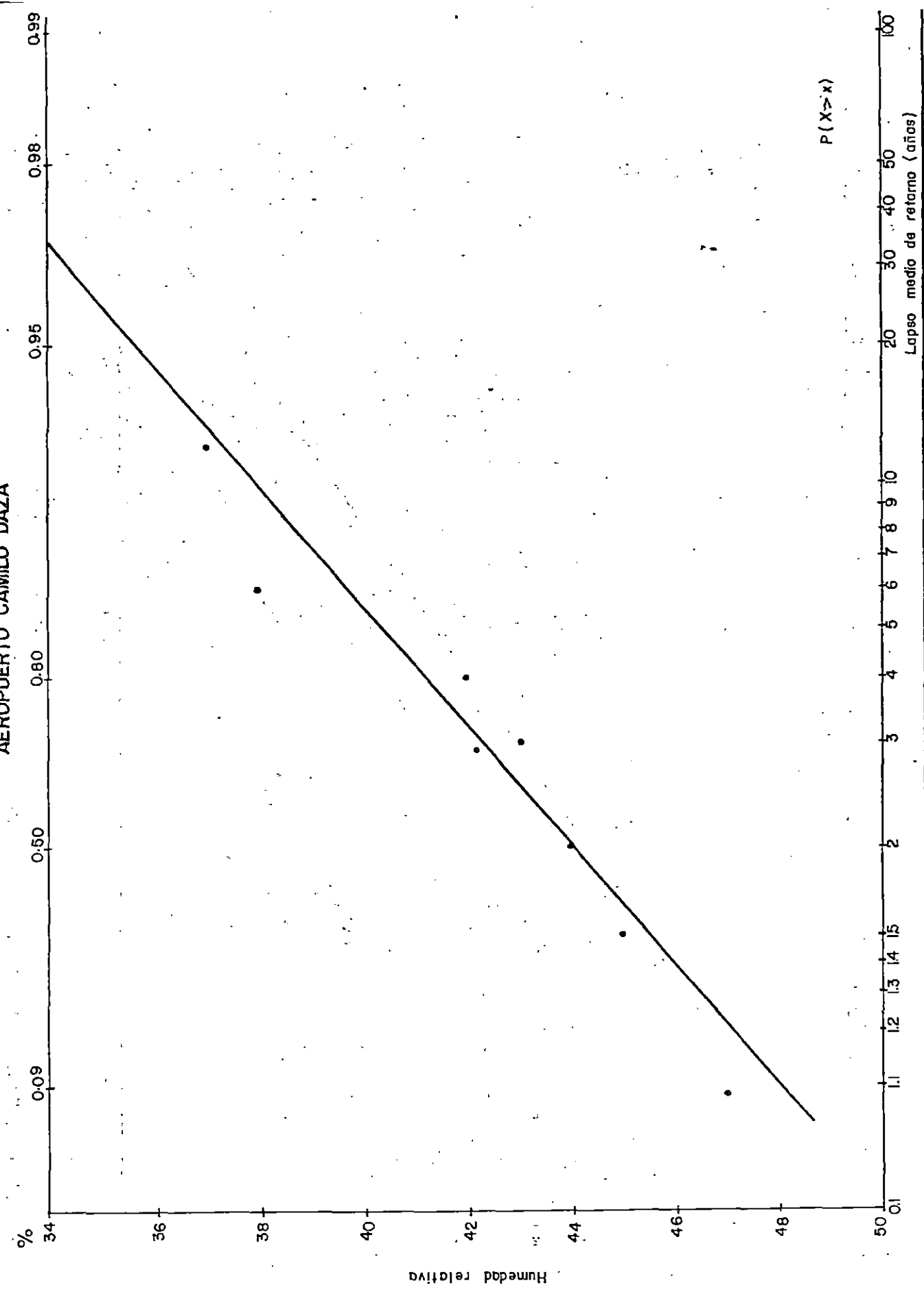
APROBO:

FECHA:

GRAFICA II. H-5 HUMEDAD RELATIVA : MAXIMO INTRANUAL DEL PROMEDIO MENSUAL
CARMEN DE TONCHALA



GRAFICA II. H-6. FUNCION PROBABILISTICA DEL MINIMO INTRANJAL DEL PROMEDIO MENSUAL DE HUMEDAD RELATIVA
AEROPUERTO CAMILO DAZA



P(X>x)



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
centrales eléctricas del norte de santander

CENS



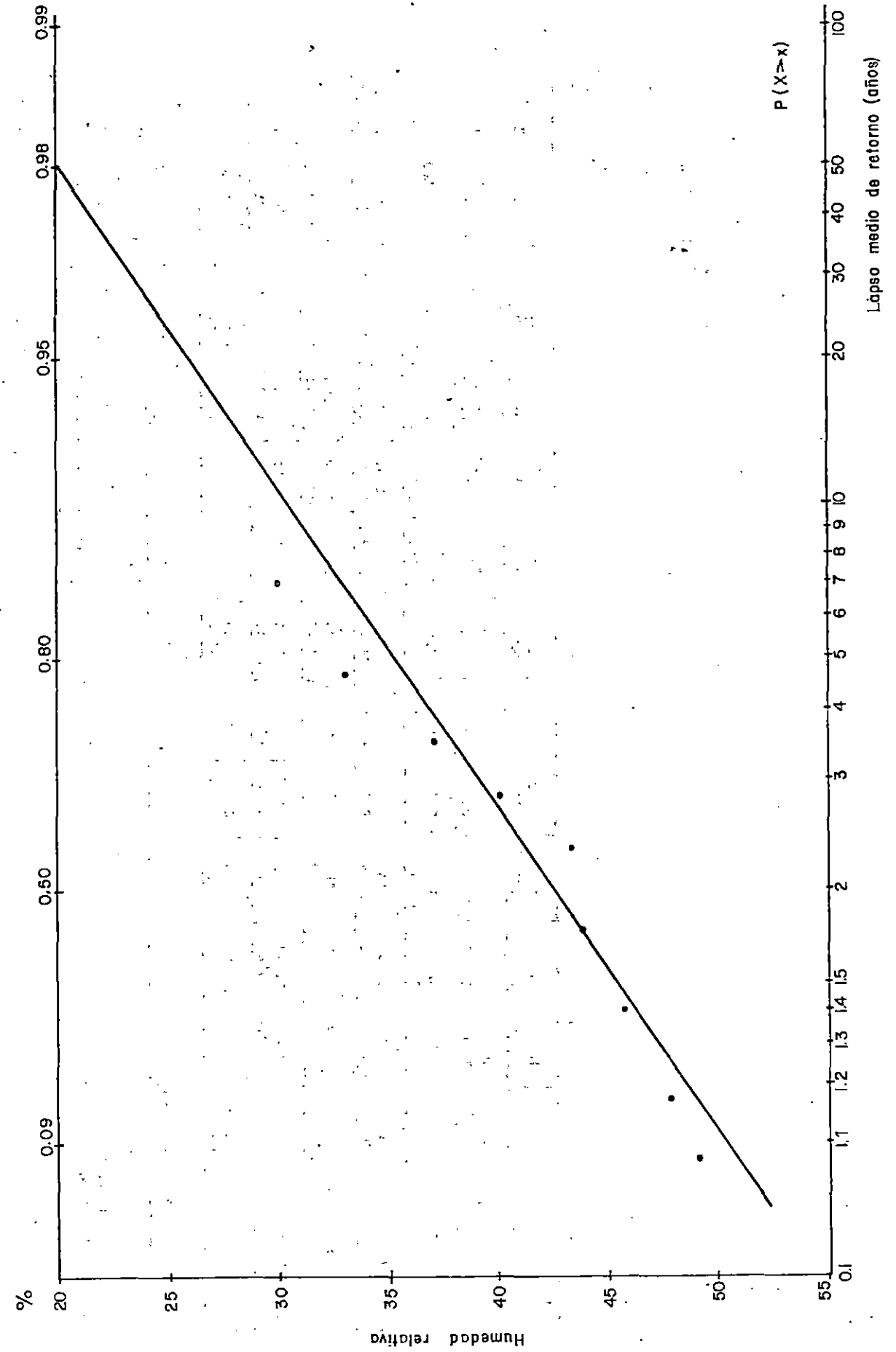
SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA



PROYECTO TERMOTASAJERO

APROBO:
FECHA:

Lapso medio de retorno (años)
100
50
40
30
20

GRAFICA II. H-7 FUNCION PROBABILISTICA DEL MINIMO INTRANUAL DEL PROMEDIO MENSUAL DE HUMEDAD RELATIVA
CARMEN DE TONCHALA



 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA centrales eléctricas del norte de santander	C E N S	 SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	PROYECTO TERMOTASAJERO	A PROBO:
				FECHA:

CUADRO No. II. II.1

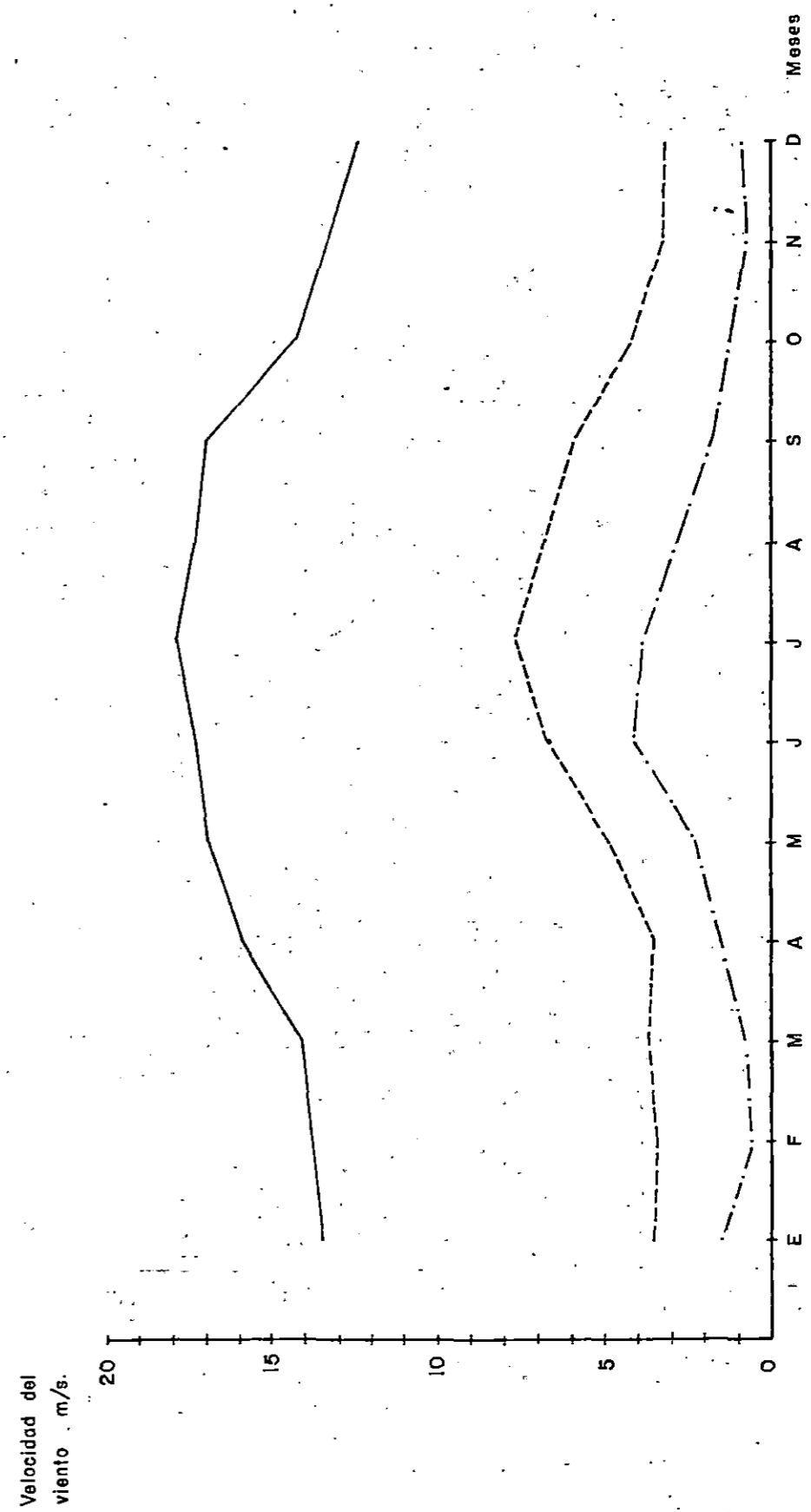
PROMEDIO INTERANUAL

FENOMENO: HUMEDAD RELATIVA
UNIDADES DE EXPRESION X
FUENTE: Himat (archivo CENS)

ESTACIONES:
ACD: Aeropuerto Camilo Daza, Cúcuta N. DE. S.
CDT: Carmán de Tonchalá, Cúcuta N. De. S.

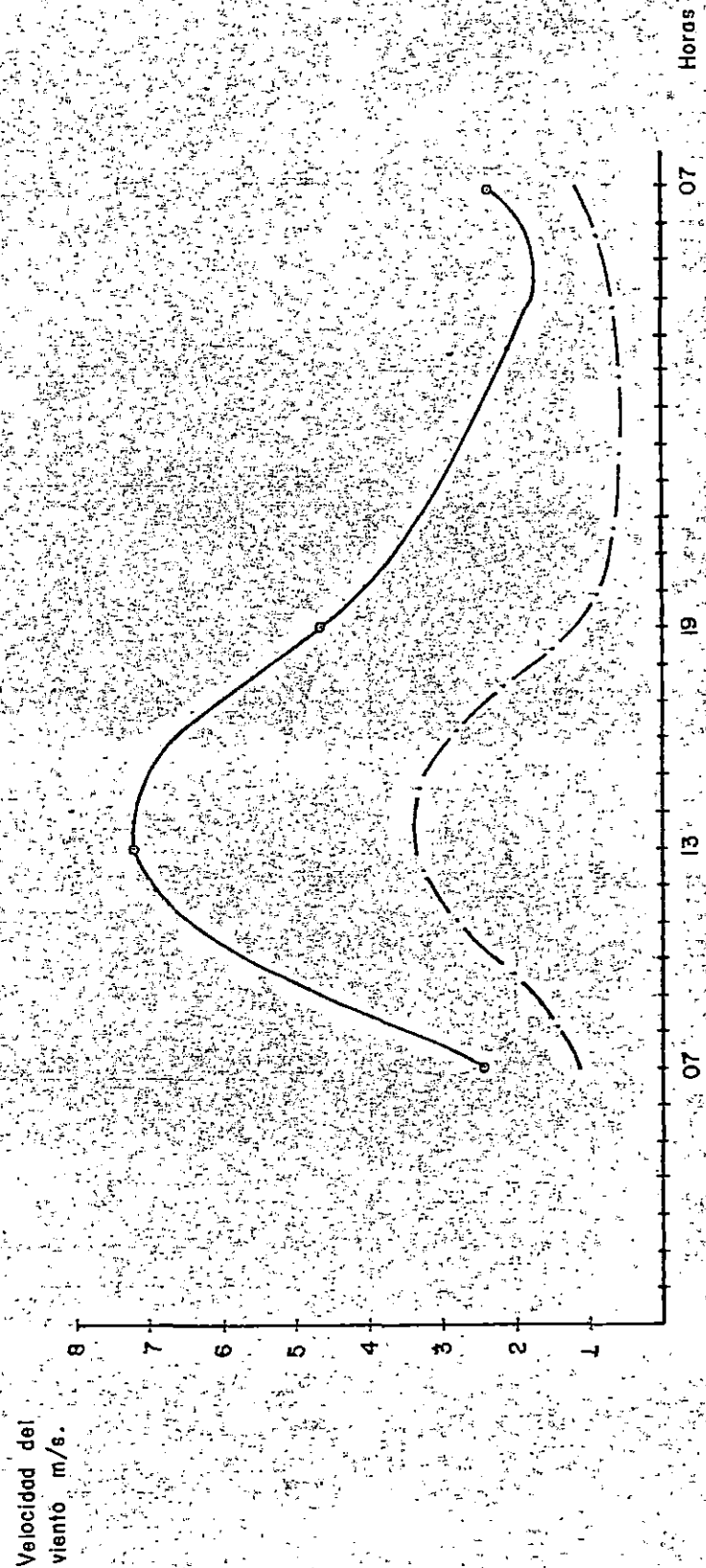
VARIABLE	Mes	Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio Anual
PROMEDIO 07 HORAS	ACD		83.70	94.55	83.42	82.89	79.08	72.54	70.58	72.67	75.75	82.92	85.36	85.33	79.90
	CDT		81.80	96.14	86.28	85.00	76.33	68.00	65.50	71.00	71.00	78.20	81.67	83.75	78.06
PROMEDIO 13 HORAS	ACD		57.90	57.90	56.5	58.11	52.66	50.77	49.00	45.83	47.50	52.50	58.00	59.25	53.83
	CDT		64.80	57.42	57.28	59.60	51.33	49.50	50.33	55.25	55.25	51.40	62.16	64.75	56.59
PROMEDIO 19 HORAS	ACD		67.90	66.18	65.58	66.67	66.33	64.00	60.17	60.42	61.75	69.17	73.50	72.92	62.22
	CDT		73.40	71.71	72.85	75.40	66.83	61.17	59.67	62.25	60.00	68.20	77.50	77.25	68.85
PROMEDIO MENSUAL	ACD		69.43	68.37	67.44	68.67	65.92	62.42	60.46	59.42	60.20	65.38	69.48	70.35	65.63
	CDT		74.00	71.71	72.28	73.20	64.67	59.50	58.67	62.75	62.25	66.00	78.83	75.50	68.28
PROMEDIO INTRAMENSUAL DE MAXIMOS	ACD		83.8	85.18	84.33	83.11	81.58	77.85	74.17	76.00	78.50	85.08	86.54	87.00	81.93
	CDT		88.0	89.14	89.00	88.00	82.66	75.67	68.67	78.75	76.50	86.20	88.50	89.50	83.38
PROMEDIO INTRAMENSUAL DE MINIMOS	ACD		56.10	55.55	54.25	57.44	50.5	48.54	47.17	44.58	45.00	50.33	55.91	57.25	51.88
	CDT		58.00	53.71	55.00	57.20	47.67	45.50	48.33	43.00	49.50	48.20	53.67	55.25	51.45
OSCILACION MEDIA	ACD		27.90	31.00	30.08	25.66	31.08	29.31	27.08	31.42	31.50	34.92	30.91	29.83	30.22
	CDT		30.00	35.43	34.14	30.80	34.83	32.50	30.17	38.00	36.75	38.00	35.00	34.00	32.47

GRAFICO II. V-1
 PROMEDIO INTERANUAL INTRAMENSUAL
 VELOCIDAD DEL VIENTO



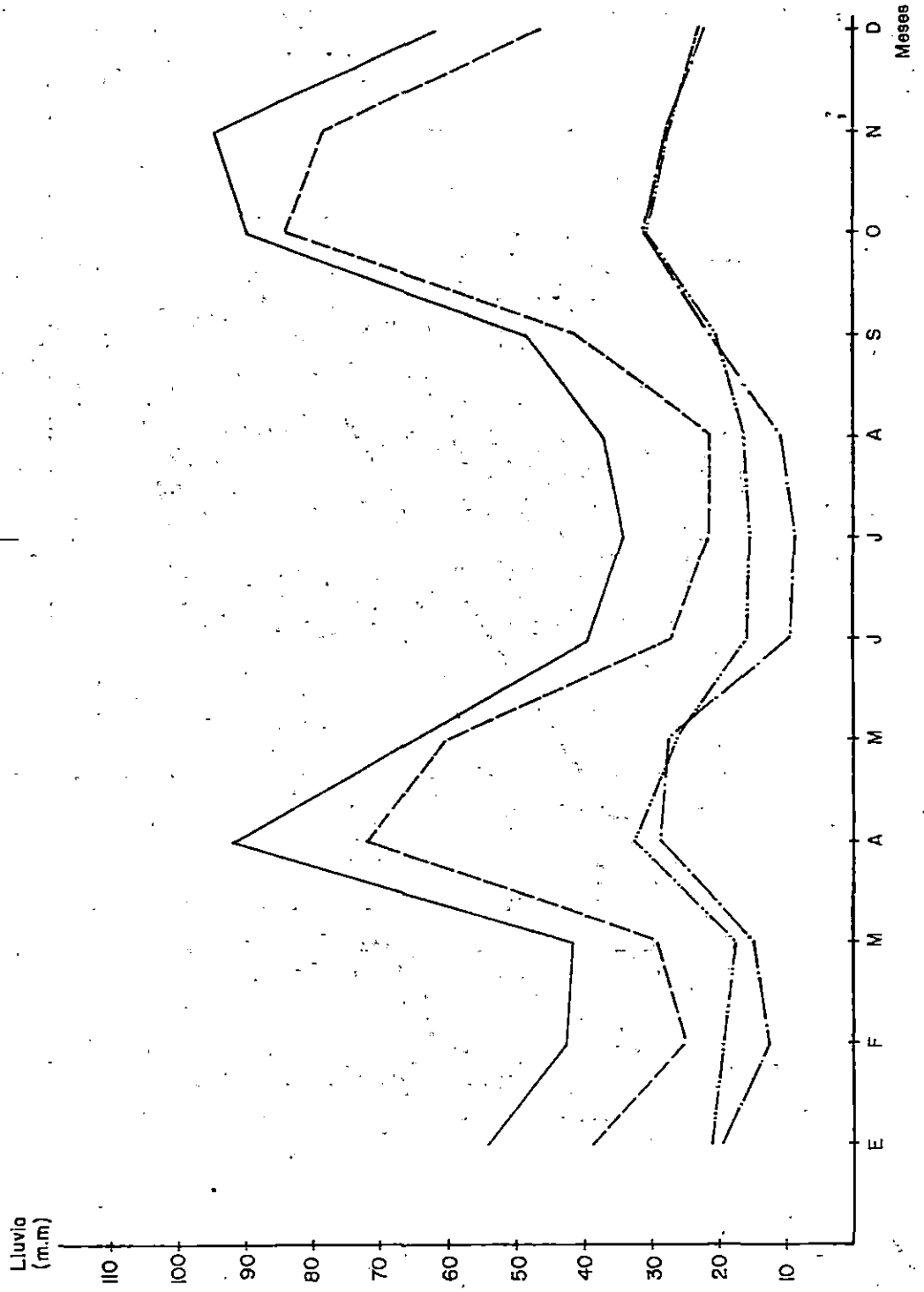
CONVENCIONES :
 Medio mensual ; Estación : Aeropuerto Camilo Daza -----
 Carmen de Tonchalá - - - - -
 Max. Absoluta ; Estación : Aeropuerto Camilo Daza _____

GRAFICO II V-2
 PATRON DE VARIACION DIURNA
 VELOCIDAD DEL VIENTO

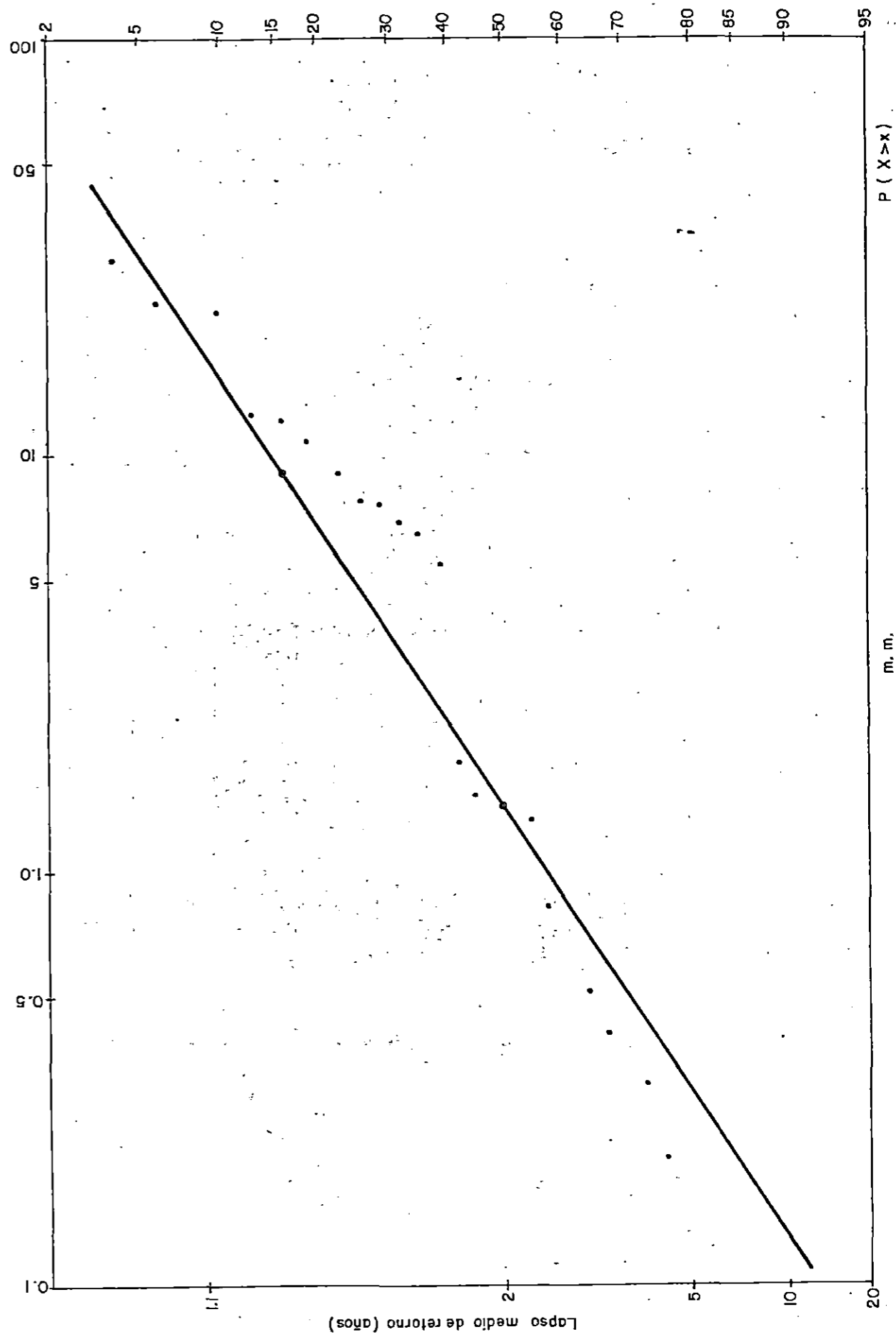


CONVENCIONES :
 Media anual : 07, 13, 19 horas; Estación : Aeropuerto Camilo Daza —
 Carmen de Tonchalá - - -

GRAFICA II. L-1
 LLUVIA: PROMEDIOS INTERANUALES

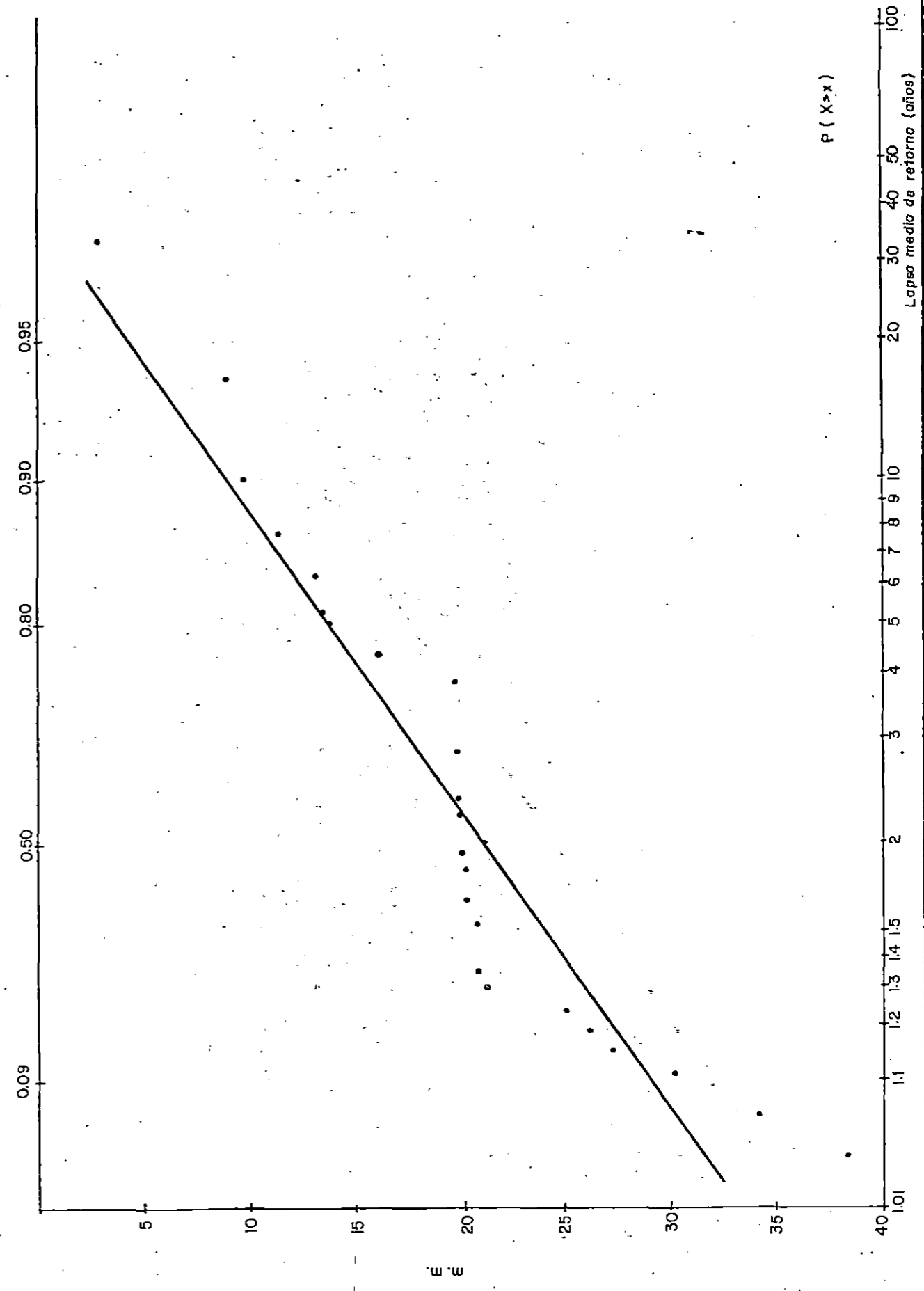


GRAFICA II. L-2 FUNCION PROBABILISTICA DEL MINIMO INTRANUAL DE LLUVIA MENSUAL, AEROPUERTO CAMILO DAZA

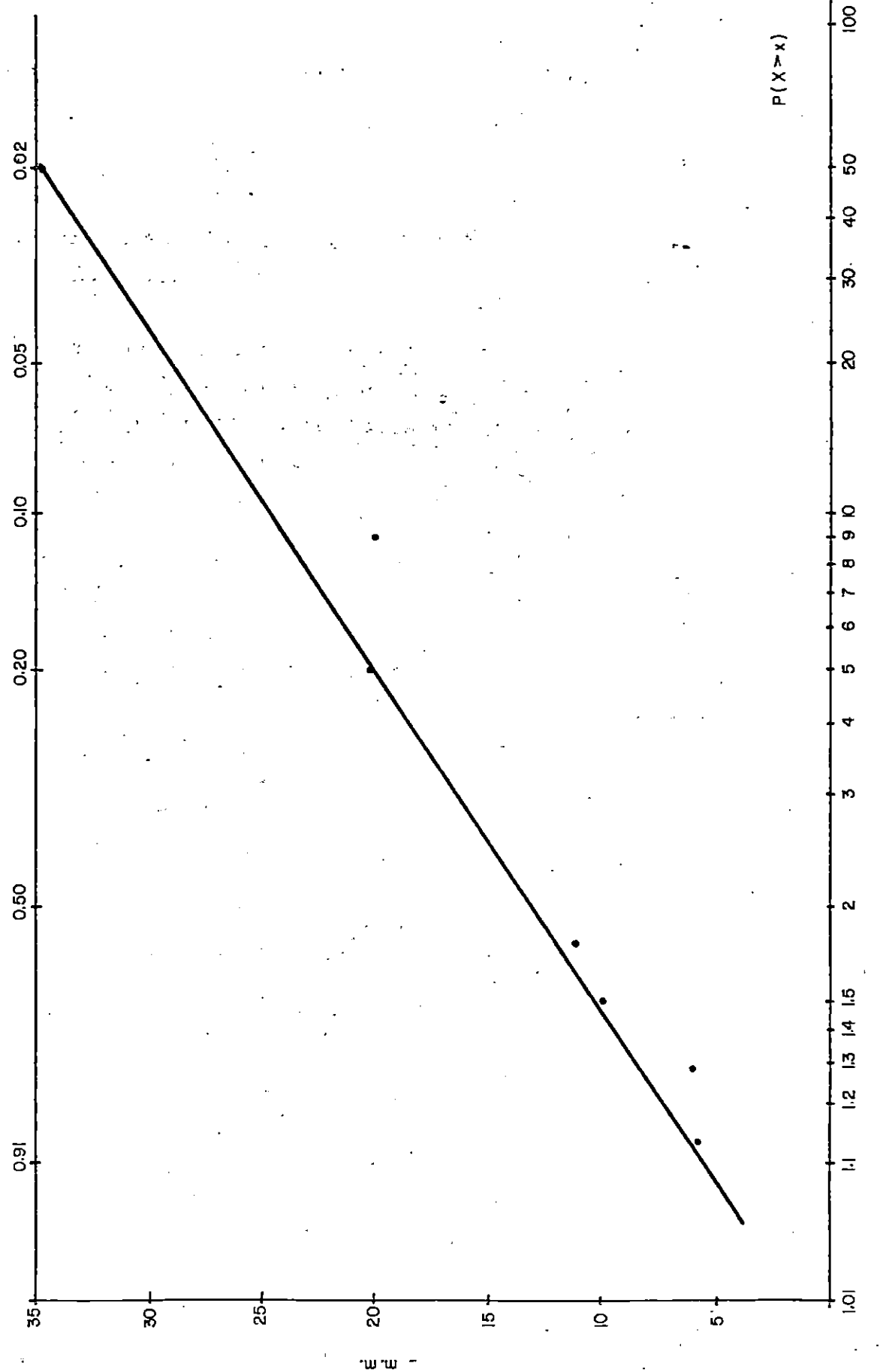


	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA centros eléctricos del norte de santander		SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	PROYECTO TERMOTASAJERO	A PROBO:
					FECHA:

GRAFICA II. L-4 FUNCION PROBABILISTICA DEL MINIMO INTRANUAL DE LOS TOTALES MENSUALES DE LLUVIA CARMEN DE TONCHALA



GRAFICA II. L-5 FUNCION PROBABILISTICA DE LA MAXIMA LLUVIA EN 10 MINUTOS, CARMEN DE TONCHALA



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
centrales eléctricas del norte de Santander



SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA

PROYECTO TERMOTASAJERO

A PROBO:
FECHA:

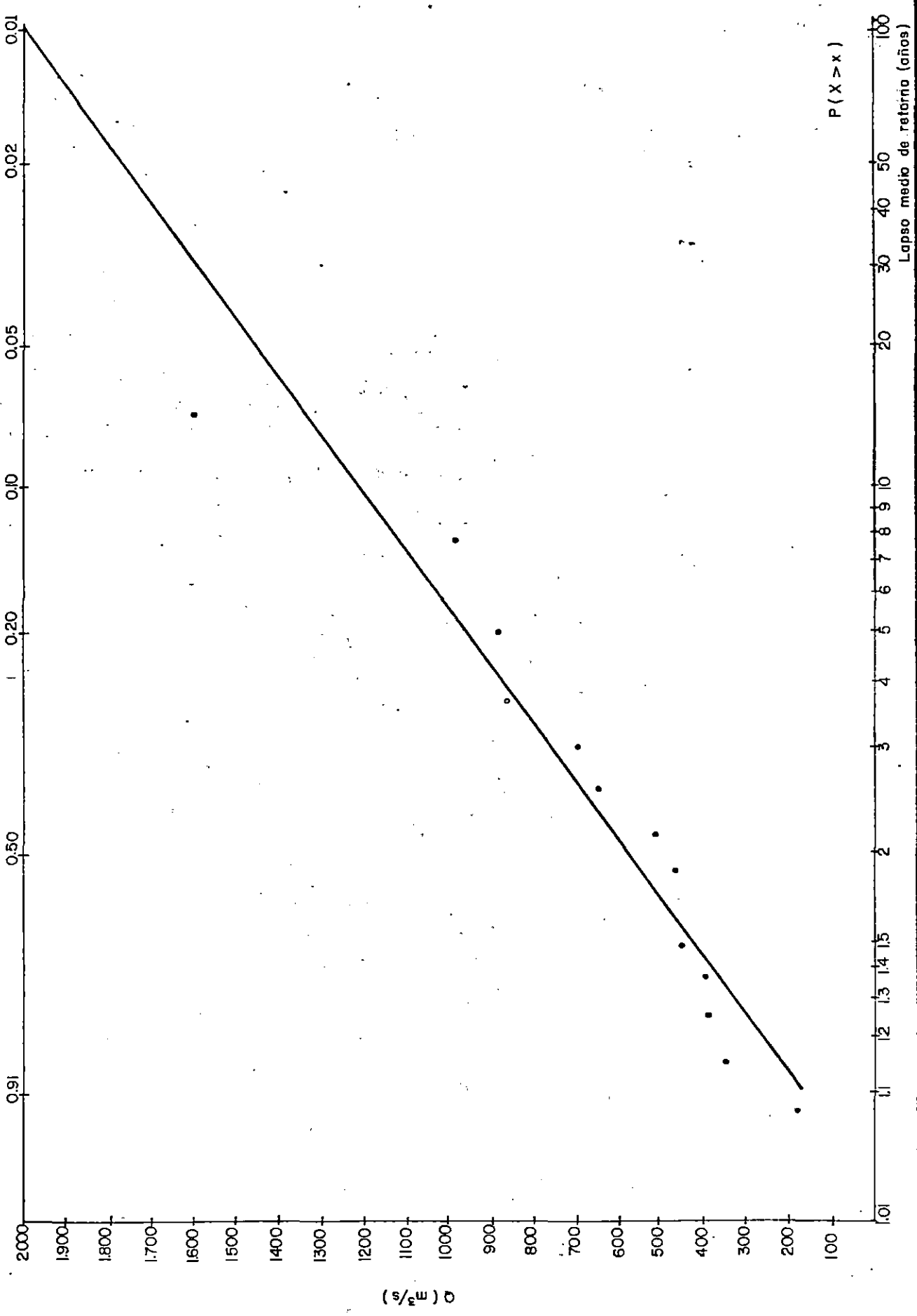
El presente informe tiene por objeto presentar los resultados de los estudios realizados para la determinación de la función probabilística del máximo intranual de los caudales promedios diarios del río Zulia en San Javier.

Los datos utilizados para el análisis corresponden a los registros de caudales promedios diarios del río Zulia en San Javier, obtenidos durante el periodo comprendido entre los años 1950 y 1960.

El análisis estadístico realizado permite determinar la función probabilística del máximo intranual de los caudales promedios diarios del río Zulia en San Javier, la cual se representa gráficamente en la figura II.

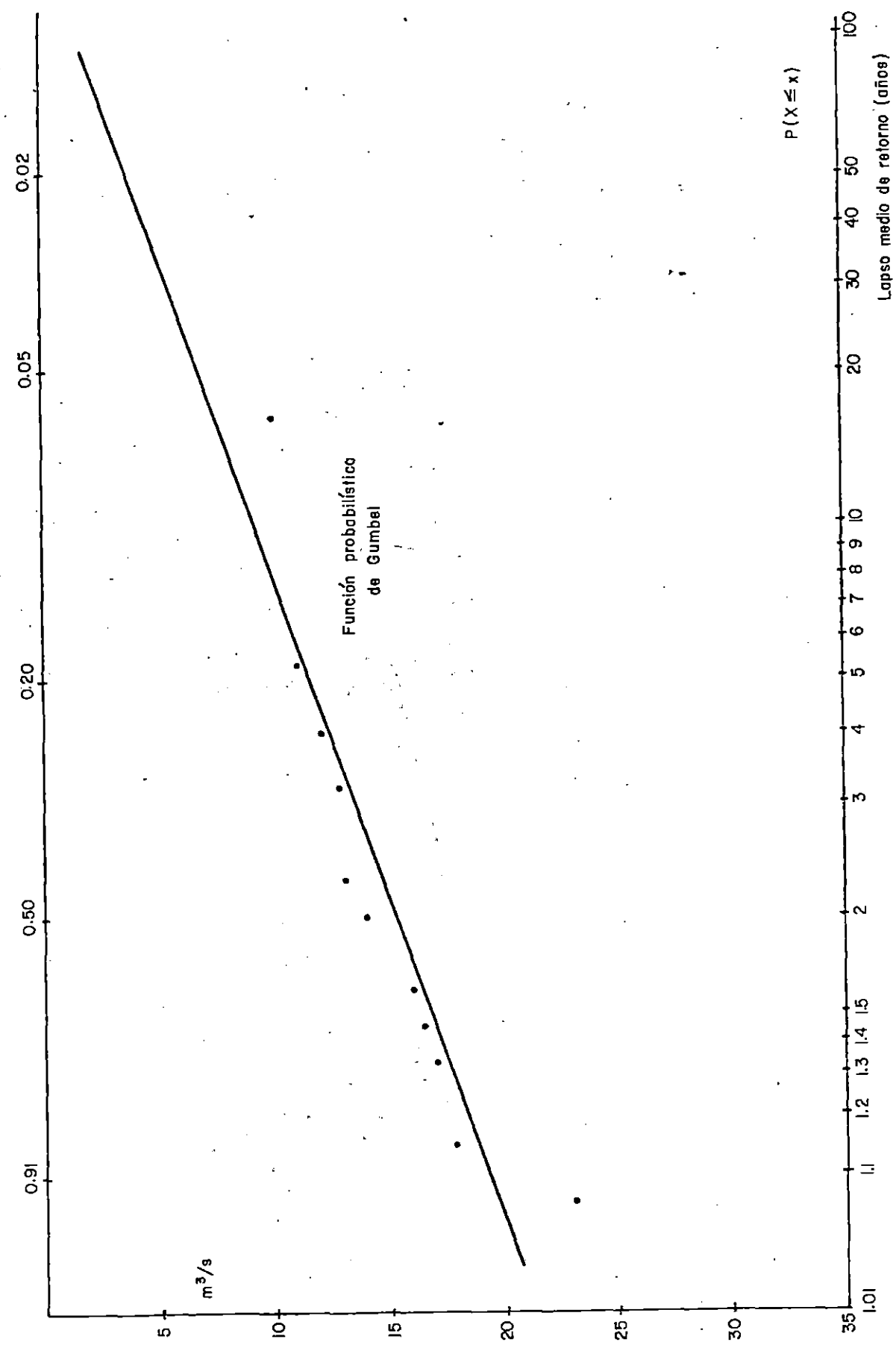
Los resultados de este análisis permiten determinar el caudal promedio diario del río Zulia en San Javier que se superará en un periodo de retorno de x años, para cualquier valor de x mayor que 1.

GRAFICA II. h-1 FUNCION PROBABILISTICA DEL MAXIMO INTRANUAL DE LOS CAUDALES PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO ZULIA EN SAN JAVIER



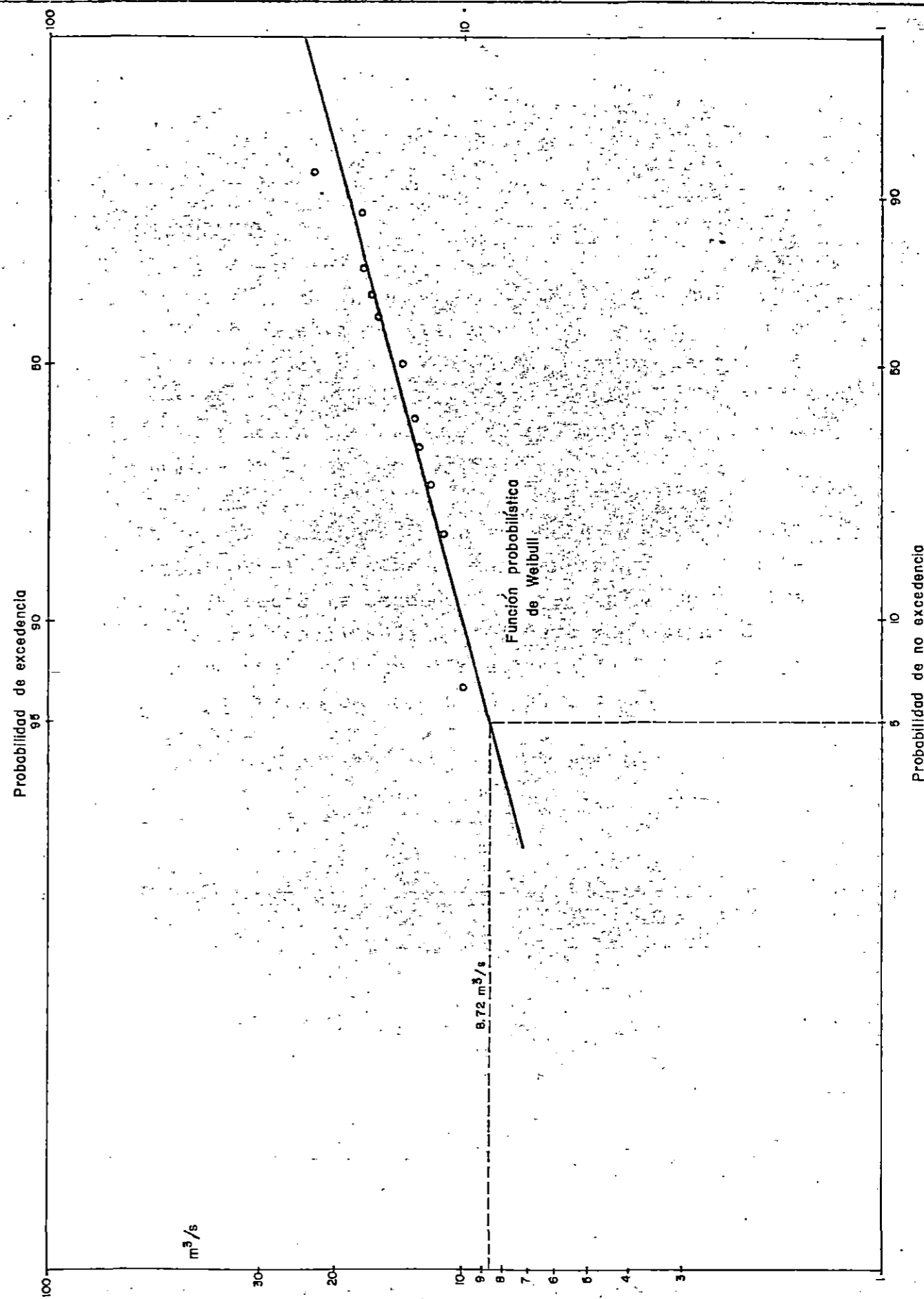
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA centrales eléctricas del norte de santander	SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	PROYECTO TERMOTASAJERO	A PROBO:
			FECHA:

GRAFICA II. h-2 FUNCION PROBABILISTICA DEL MINIMO INTRANUAL DE LOS CAUDALES PROMEDIOS DIARIOS
 RIO ZULIA - ESTACION SAN JAVIER

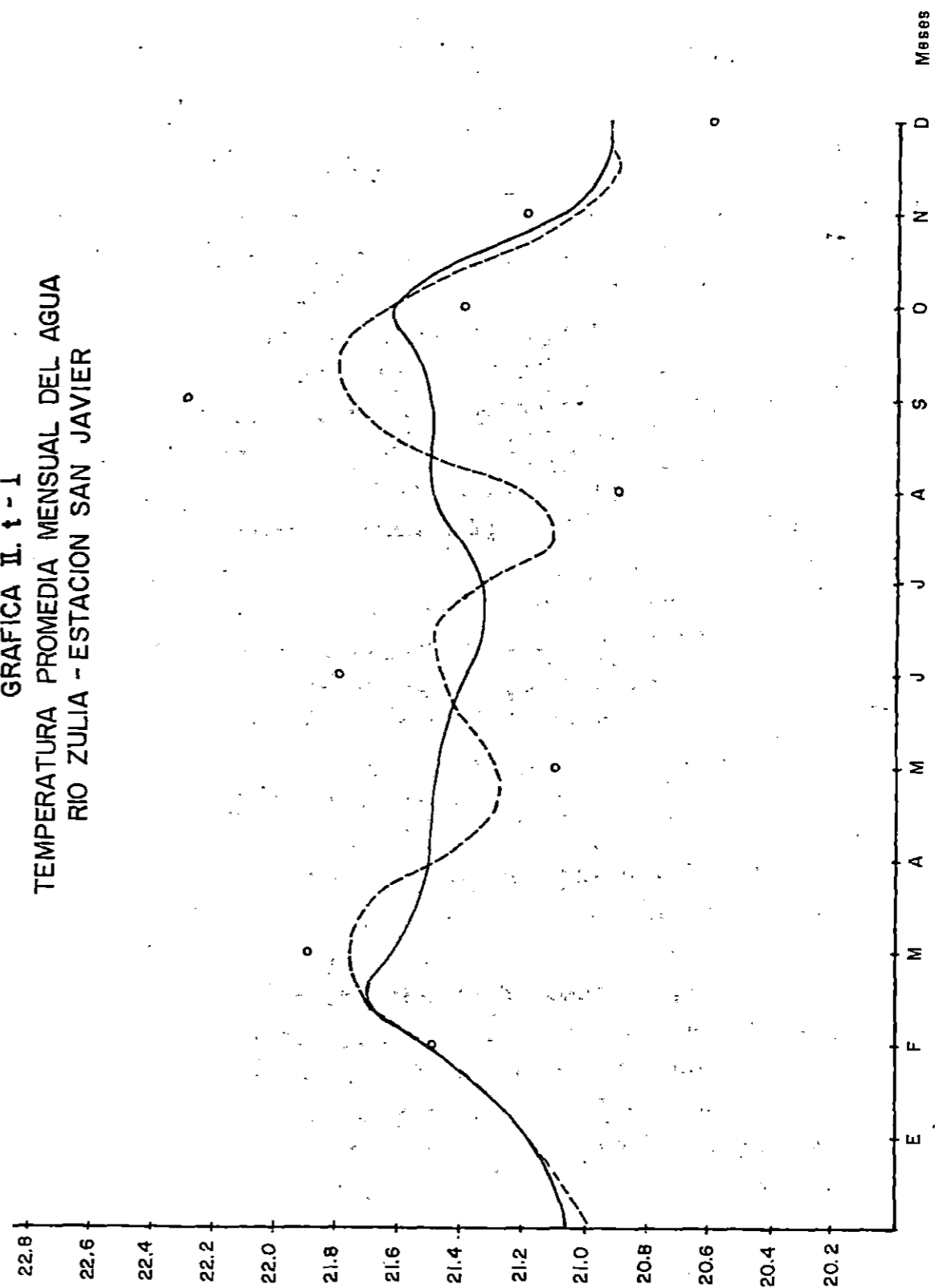


<p>INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA</p> <p>centrales eléctricas del norte de santander</p>	<p>C E N S</p>	<p>SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA</p>	PROYECTO TERMOTASAJERO	APROBO:
				FECHA:

GRAFICA II. h-3 : CAUDAL MINIMO INTRANUAL



GRAFICA II. t - 1
 TEMPERATURA PROMEDIA MENSUAL DEL AGUA
 RIO ZULIA - ESTACION SAN JAVIER



--- Promedio móvil de dos meses
 — Promedio móvil de tres meses
 o Valor promedio mensual interanual



INSTITUTO COLOMBIANO
 DE ENERGIA ELECTRICA
 centrales eléctricas
 del norte de santander

C
E
N
S



SOCIEDAD GENERAL
 DE CONSULTORIA LTDA

PROYECTO TERMOTASAJERO

APROBO:

FECHA:

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS

" I N F O R M E S "

CUADRO No. II.C.2

Subdirección Investigaciones Químicas

Oficinas No. /
 Bogotá, diciembre 11 del 1978 /

Muestra No. 6311 al 6312
 Procedencia La India Ma
 Remitente COMPAÑIA GENERAL DE CONSULTORIAS
 At: Con. Lo Arango
 Dirección Calle 72 # 12-77 Tel. 2555305
 Trabajo solicitado Resol. 260/78 Ingenierías
 Base de referencia Boleta 2098 noviembre 29/78

Muestra No. 6313 6314 6315
 Su referencia No. 1 Puente Zulia No. 2 Zulia Sas No. 3 Refresca del No. 4 Refresca del No. 5 Rio Peraleño
 Viejo (arriba) Cayetano (abajo) Incora (abajo) Incora (abajo) Las Tortugas

RESULTADO DEL ANALISIS

Turbiedad en SiO ₂	2.50	7.50	12.50	12.50	17.00	mg/l
pH potenciométrico a 20°C	7.90	8.00	8.00	8.10	8.00	
Conductividad específica a 25°C	117.80	119.58	131.23	130.09	130.09	micro mhos/cm.
Pureza Total E.D.T.A. en CaCO ₃	54.25	51.89	54.25	63.68	66.04	mg/l
Alcalinidad al la Fenolftaleína	Negativa	5.00	5.00	5.00	5.00	
Alcalinidad al Anaranjado de Metilo en CaCO ₃	50.00	30.00	30.00	45.00	45.00	
Carbonatos	Negativo	6.00	6.00	6.00	6.00	
Bicarbonatos en HCO ₃	60.99	36.74	36.59	54.89	54.89	
Cloruros en Cl	14.20	14.50	17.75	11.20	14.20	
Sulfatos en SO ₄	3.00	2.11	2.00	3.00	3.00	
Nitratos en NO ₃	2.80	2.11	1.50	2.00	3.50	
Hierro en solución en Fe	0.60	0.4	0.30	0.25	0.72	
Hierro en suspensión en Fe (por diferencia)	0.10	0.1	0.14	0.14	0.00	
Calcio en Ca	0.50	0.73	0.16	0.11	0.72	
Magnesio en Mg	15.09	15.7	15.05	18.94	20.00	
Fósforo en P	3.96	2.8	2.91	3.92	3.85	
Amonio en N	Menor de 0.05	0.3	0.05	0.05	0.05	
Sodio en Na	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Unido en Ba	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	



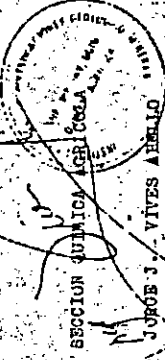
NOTAS.-

Las muestras analizadas son químicamente imotables ya sea por su turbidez (límite 5 mg/l), o por su contenido de hierro (límite 0.30 mg/l).

En cuanto a su dureza se clasifican como aguas blandas.

Para irrigación se clasifican en el grupo C₁ B₁ de bajo peligro de salinización y bajo peligro de acidificación para los suelos.

Ejecutado por: Dra. Ma. Cristina Ríos Hernández



/abb.-

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS
" I F O E O V I N A S "

CUADRO No. II.C-3

Subdirección Investigaciones Sulfoneas
Oficio No. 60.086
Bogotá, D.E., enero 30 de 1979

Muestras Nos. : O4 al O11 Aguas
Procedencia : Corrientes indicadas
Recolector : JAIMÉ BALDARRIAGA
Dirección : Calle 7B # 9-37 Tel. 485641
Trabajo solicitado : Reun. 260/78 Impeminas
Muestra referencia : Boleta O4 enero 16/79

RESULTADO DEL ANALISIS

Muestras No. Su referencia	No. 01 Zulia	No. 02 Zulia	No. 03 Zulia	No. 04 Zulia	No. 05 Zulia	No. 06 Zulia	No. 07 Zulia	No. 08 Parabuso	No. 09 Parabuso	No. 06 Feralbuso	No. 07 Zulia	O11 Zulia	No. 08 Zulia
Turbiedad en SiO ₂	2.00	2.00	2.50	2.50	2.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.50	2.00	2.00
PE potenciométrico a 20° C	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.10	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20
Conductividad específica a 25° C	222.42	203.04	188.50	178.22	231.24	183.05	178.90	183.05	183.05	178.90	178.90	174.10	174.10
Dureza Total E.D.T.A. en CaCO ₃	97.08	87.37	77.75	74.99	99.50	80.54	75.23	80.54	80.54	75.23	75.23	72.81	72.81
Alcalinidad a la Fenolftaleína	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Alcalinidad al Antrazofido de Metilo en CaCO ₃	90.23	80.72	72.85	68.73	84.69	70.10	68.26	70.10	70.10	68.26	68.26	66.32	66.32
Carbonatos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos en HCO ₃	110.08	98.48	88.88	83.86	103.32	85.52	83.28	85.52	85.52	83.28	83.28	80.91	80.91
Cloruros en Cl	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18
Sulfatos en SO ₄	0.60	0.50	0.60	0.60	10.00	0.60	0.50	0.60	0.60	0.50	0.50	0.50	0.50
Nitratos en NO ₃	0.00	0.20	1.00	0.50	0.25	1.00	0.50	1.00	1.00	0.50	0.50	0.00	0.00
Hierro total en Fe	0.40	0.40	0.39	0.35	0.70	0.20	0.10	0.20	0.20	0.10	0.10	0.45	0.45
Hierro en solución en Fe	0.10	0.10	0.12	0.12	0.18	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.10	0.12	0.12
Hierro en suspensión en Fe (por diferencia)	0.30	0.30	0.27	0.23	0.52	0.08	0.00	0.08	0.08	0.00	0.00	0.33	0.33
Calcio en Ca	22.22	26.66	31.10	30.00	34.44	32.22	23.32	32.22	32.22	23.32	23.32	22.22	22.22
Magnesio en Mg	9.96	4.97	0.00	0.00	3.21	0.00	4.05	0.00	0.00	4.05	4.05	4.14	4.14
Manganeso en Mn	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05
Potasio en K	0.80	0.80	0.82	0.82	2.04	0.80	0.72	0.80	0.80	0.72	0.72	0.72	0.72
Sodio en Na	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	4.00	6.00	4.00	4.00	6.00	6.00	6.00	6.00

Represa : Represa
Incora (abajo) : Represa
Orilla Izq. : Orilla Der.
Incora (arriba) : Represa
Orilla Der. : Orilla Der.
Pasa a la baja : Pasa a la baja
Pie Zulla : Pie Zulla
Viejo : Viejo

CUADRO No. II.C.3 (Continuación)

- 2 -

Oficio No. 000088C

Muestras Nos. Su referencia	04 No.01 Zulia	05 No.02 Zulia	06 No.03 Zulia	07 No.04 Zulia	08 No.05 Paraleman	09 No.06 Ferrolense	010 No.07 Zulia	011 No.08 Zulia
Sólidos totales (evaporación a 105°C)	169.00	152.00	155.00	137.00	167.00	160.00	136.00	129.00
Sólidos en solución (evaporación a 105°C)	163.00	150.00	143.00	136.00	166.00	138.00	131.00	127.00
Sólidos en suspensión (por diferencia)	6.00	2.00	12.00	1.00	1.00	22.00	5.00	2.00
Relación de Adsorción de Sodio R.A.S.	0.26	0.28	0.34	0.30	0.26	0.21	0.30	0.30
Clasificación para irrigación	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁

E A L A N C E C A T I O N I C C - A N I O X I G O

CATIONES MEQ/lit.

Fe	0.0036	0.0036	0.0043	0.0043	0.0064	0.0043	0.0036	0.0043
Ca	1.1087	1.3303	1.5518	1.4970	1.7185	1.6077	1.1636	1.1087
Mg	0.8191	0.4087	0.0000	0.0000	0.2639	0.0000	0.3330	0.3404
Na	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036
K	0.0204	0.0204	0.0209	0.0209	0.0521	0.0204	0.0184	0.0184
Pa	0.2608	0.2608	0.3043	0.2608	0.2608	0.1939	0.2608	0.2608
TOTAL	2.2162	2.0274	1.8849	1.7866	2.3053	1.8299	1.7830	1.7362

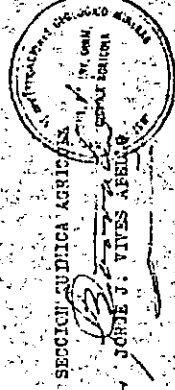
ANIONES MEQ/lit.

HCO ₃	1.8040	1.6140	1.4566	1.3744	1.6933	1.4016	1.3648	1.3260
Cl	0.3998	0.3998	0.3998	0.3998	0.3998	0.3998	0.3998	0.3998
SO ₄	0.0124	0.0104	0.0124	0.0124	0.2082	0.0124	0.0104	0.0104
NO ₃	0.0000	0.0032	0.0161	0.0080	0.0040	0.0161	0.0080	0.0000
TOTAL	2.2162	2.0274	1.8849	1.7866	2.3053	1.8299	1.7830	1.7362

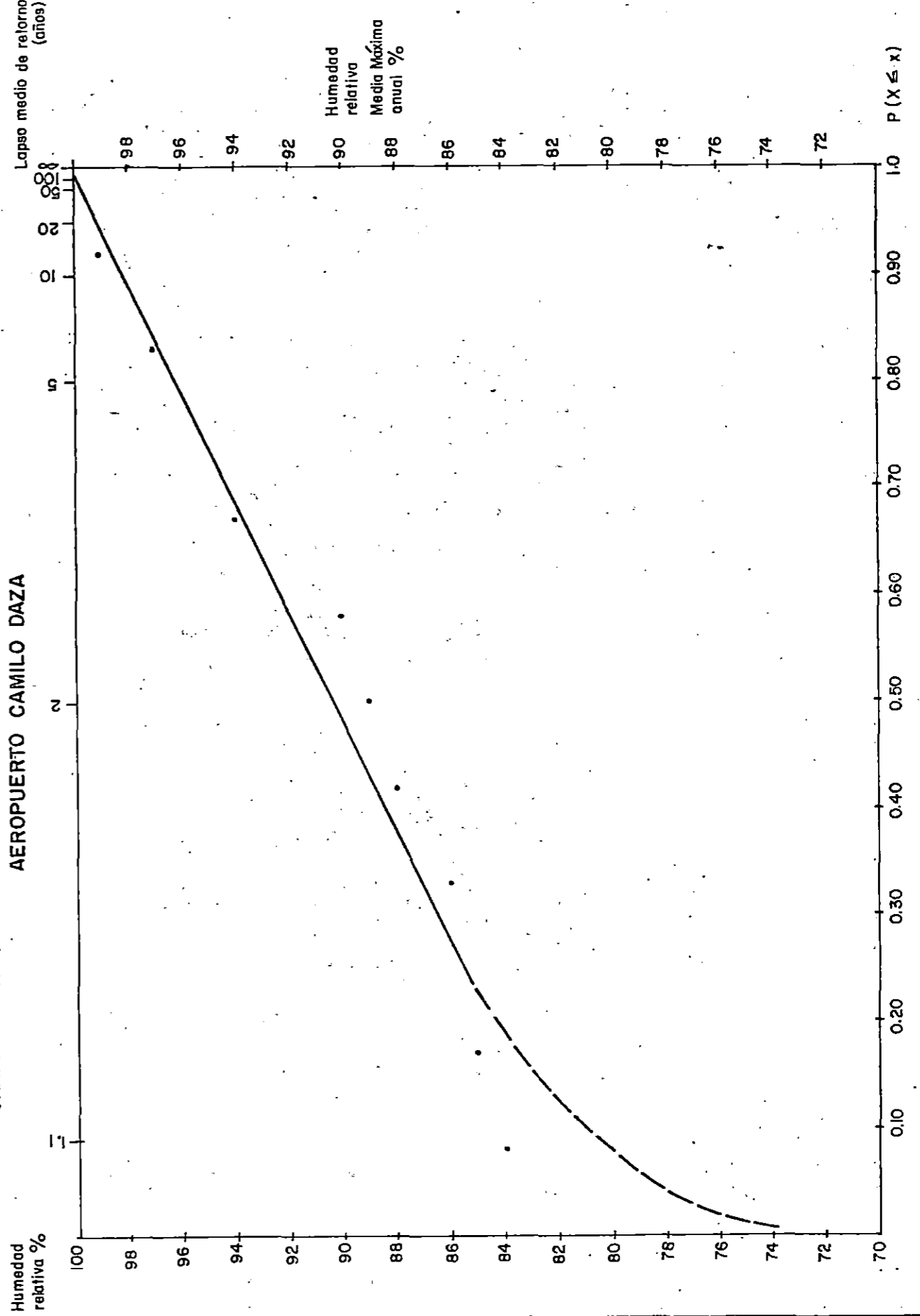
NOTAS: Las muestras son químicamente potables; en relación a su dureza clasifican como aguas blandas. Para irrigación corresponden al grupo C₁ S₁ de bajo riesgo de salinidad y bajo riesgo de sodificación.

Elaborado por: Dr. Eudel Francisco Corrales.

/abb.-



GRAFICA II. H-4 HUMEDAD RELATIVA: MAXIMO INTRANUAL DEL PROMEDIO MENSUAL
AEROPUERTO CAMILO DAZA



INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA
centrales eléctricas
del norte de Santander

C
E
N
S



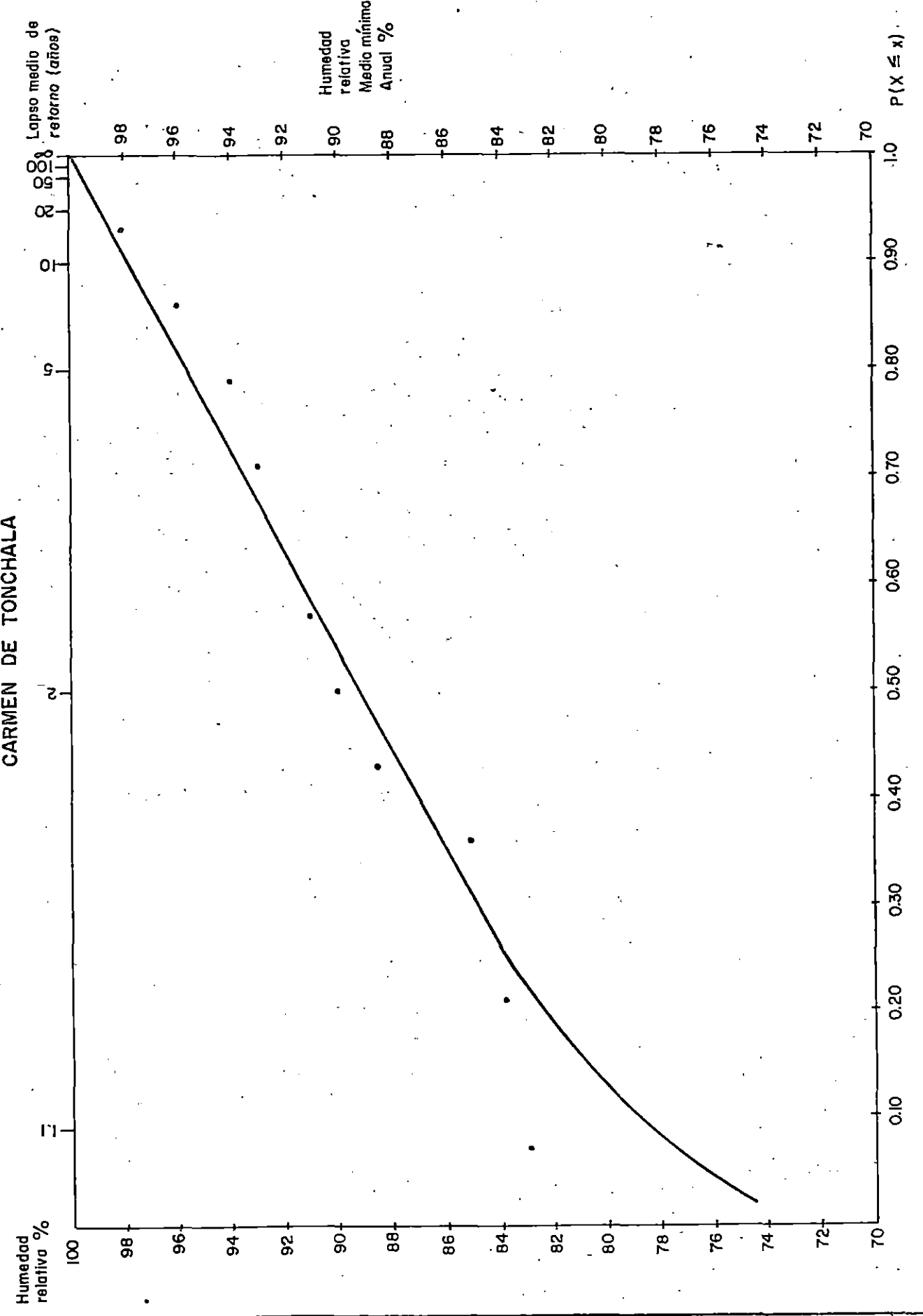
SOCIEDAD GENERAL
DE CONSULTORIA LTDA

PROYECTO TERMOTASAJERO

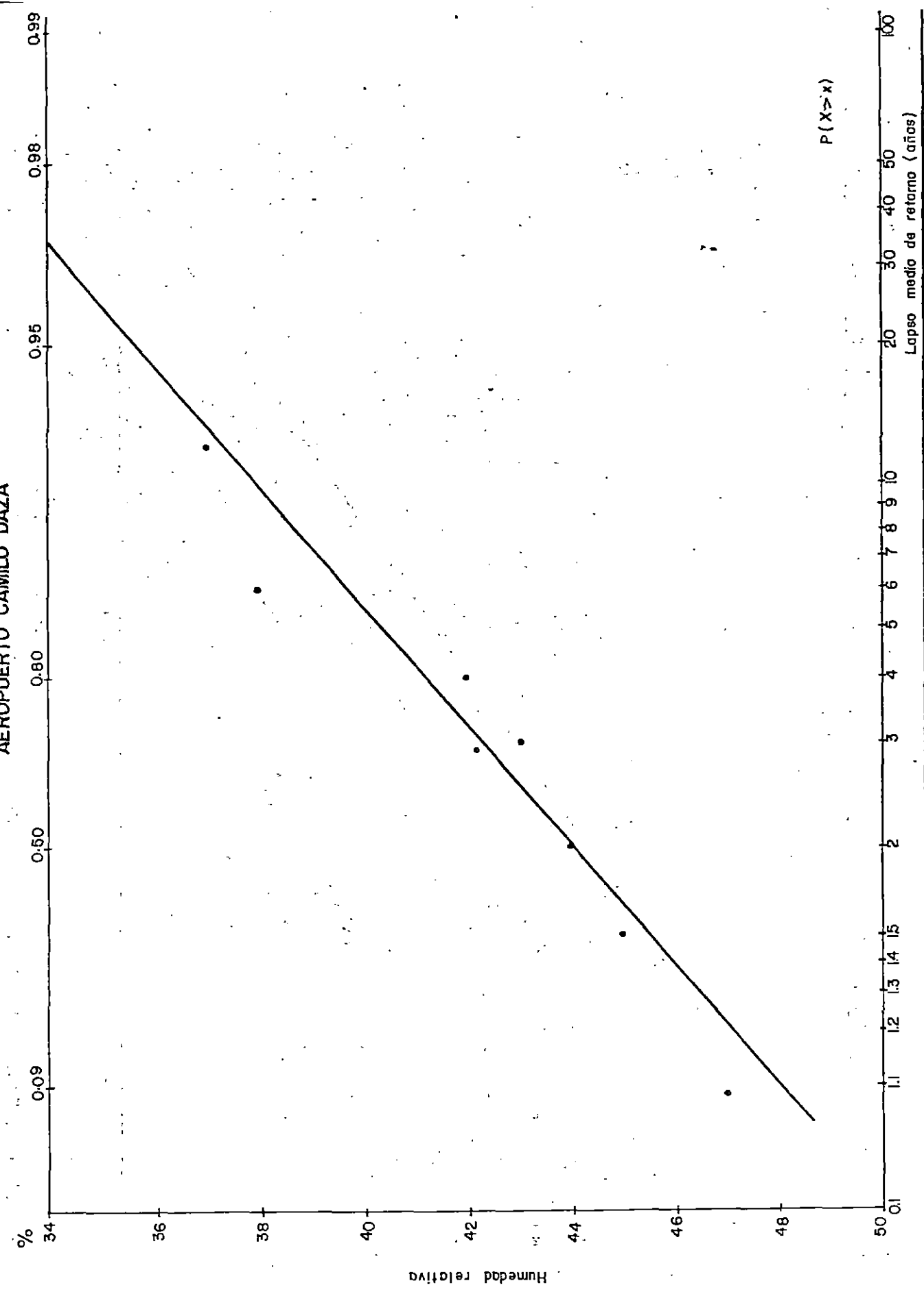
APROBO:

FECHA:

GRAFICA II. H-5 HUMEDAD RELATIVA : MAXIMO INTRANUAL DEL PROMEDIO MENSUAL
CARMEN DE TONCHALA



GRAFICA II. H-6. FUNCION PROBABILISTICA DEL MINIMO INTRANJAL DEL PROMEDIO MENSUAL DE HUMEDAD RELATIVA
AEROPUERTO CAMILO DAZA



INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA
centrales eléctricas
del norte de santander

C
E
N
S



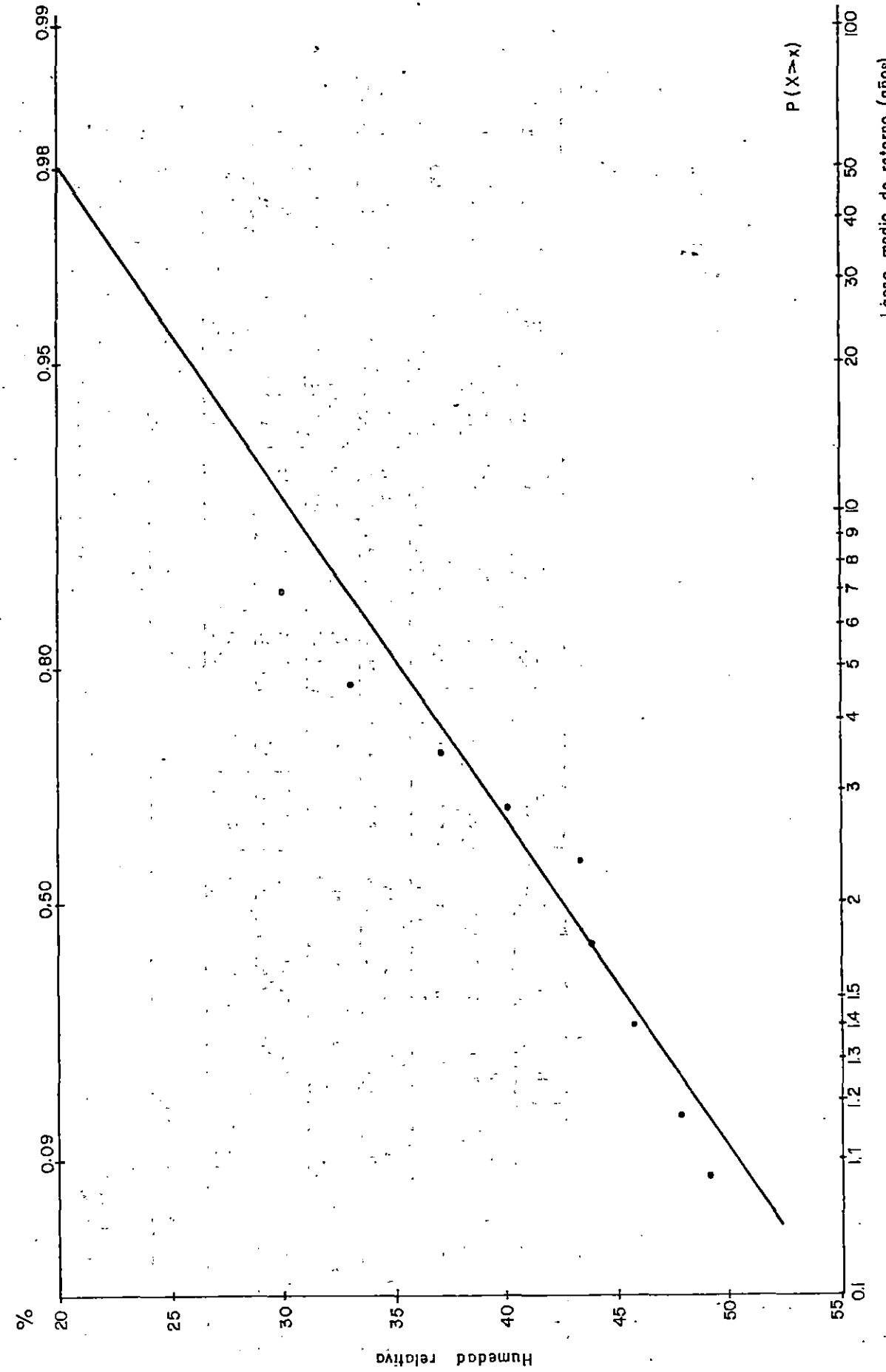
SOCIEDAD GENERAL
DE CONSULTORIA LTDA



PROYECTO TERMOTASAJERO

APROBO:
FECHA:

P(X > x)

GRAFICA II. H-7 FUNCION PROBABILISTICA DEL MINIMO INTRANUAL DEL PROMEDIO MENSUAL DE HUMEDAD RELATIVA
CARMEN DE TONCHALA



 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA centrales eléctricas del norte de santander	C E N S	 SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	PROYECTO TERMOTASAJERO	A PROBO:
				FECHA:

CUADRO No. II. II.1

PROMEDIO INTERANUAL

FENOMENO: HUMEDAD RELATIVA
UNIDADES DE EXPRESION X
FUENTE: Himat (archivo CENS)

ESTACIONES:
ACD: Aeropuerto Camilo Daza, Cúcuta N. DE. S.
CDT: Carmán de Tonchalá, Cúcuta N. De. S.

VARIABLE	Mes	Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio Anual
PROMEDIO 07 HORAS	ACD		83.70	94.55	83.42	82.89	79.08	72.54	70.58	72.67	75.75	82.92	85.36	85.33	79.90
	CDT		81.80	96.14	86.28	85.00	76.33	68.00	65.50	71.00	71.00	78.20	81.67	83.75	78.06
PROMEDIO 13 HORAS	ACD		57.90	57.90	56.5	58.11	52.66	50.77	49.00	45.83	47.50	52.50	58.00	59.25	53.83
	CDT		64.80	57.42	57.28	59.60	51.33	49.50	50.33	55.25	55.25	51.40	62.16	64.75	56.59
PROMEDIO 19 HORAS	ACD		67.90	66.18	65.58	66.67	66.33	64.00	60.17	60.42	61.75	69.17	73.50	72.92	62.22
	CDT		73.40	71.71	72.85	75.40	66.83	61.17	59.67	62.25	60.00	68.20	77.50	77.25	68.85
PROMEDIO MENSUAL	ACD		69.43	68.37	67.44	68.67	65.92	62.42	60.46	59.42	60.20	65.38	69.48	70.35	65.63
	CDT		74.00	71.71	72.28	73.20	64.67	59.50	58.67	62.75	62.25	66.00	78.83	75.50	68.28
PROMEDIO INTRAMENSUAL DE MAXIMOS	ACD		83.8	85.18	84.33	83.11	81.58	77.85	74.17	76.00	78.50	85.08	86.54	87.00	81.93
	CDT		88.0	89.14	89.00	88.00	82.66	75.67	68.67	78.75	76.50	86.20	88.50	89.50	83.38
PROMEDIO INTRAMENSUAL DE MINIMOS	ACD		56.10	55.55	54.25	57.44	50.5	48.54	47.17	44.58	45.00	50.33	55.91	57.25	51.88
	CDT		58.00	53.71	55.00	57.20	47.67	45.50	48.33	43.00	49.50	48.20	53.67	55.25	51.45
OSCILACION MEDIA	ACD		27.90	31.00	30.08	25.66	31.08	29.31	27.08	31.42	31.50	34.92	30.91	29.83	30.22
	CDT		30.00	35.43	34.14	30.80	34.83	32.50	30.17	38.00	36.75	38.00	35.00	34.00	32.47

EXTREMOS INTRAMANUALES DE PROMEDIOS MENSUALES

HUMEDAD RELATIVA

Estación	Est. Aeropuerto Camilo Daza		Est. Carmén de Tonchalá		
	Variable	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Año					
1964		84	45	82,9*	45,6*
65		86	44	83,8*	44,5*
66		89	47	85,1*	47,8*
67		88	47	84,7*	47,8*
68		86	45	83,8*	45,6*
69		85	44	93	44,5*
70		90	47	96	49
71				98	49
72		94	42	90	30
73		94	42	90	30
74		99	37	93	30
75		97	38	91	33
76		97	43	88,6*	43,5*

* Dato hallado por correlación



1.4 VIENTOS.

1.4.1 Velocidad

La velocidad del viento presenta variaciones suaves a lo largo del año; la velocidad media mensual tiene una variación que va desde 3.21 en el mes de diciembre a 7.70 M/seg. en el mes de julio para el aeropuerto y de 0.60 en febrero a 4.10 M/seg. en junio para el Carmen de Tonchalá. El valor máximo absoluto varía entre 12.41 M/seg. en diciembre y 17.89 M/seg. en julio para el aeropuerto. Los mayores valores de velocidad del viento se presentan entre los meses de junio y agosto, y los menores valores entre noviembre y marzo. (Cuadro II.V-1, Gráfica II.V-1).

La gráfica II.V-2 muestra el patrón de variación diurna de la velocidad del viento para las dos estaciones, en el cual se aprecia la ocurrencia de mínimos durante la noche y de máximos un poco más tarde que el mediodía.

1.4.2.1 Estación Aeropuerto Camilo Daza

La secuencia histórica utilizada para este análisis tiene datos diarios tanto de dirección como de velocidad, para el lapso comprendido entre 1971 y 1977.

Se utilizaron frecuencias mensuales en cada dirección, expresadas como porcentajes sobre el total de observaciones, con lo cual se desarrolló una rosa de vientos para cada mes y para el período en estudio, es decir con base en valores promedios mensuales inter-anales.

Con esto se obtienen las rosas de vientos que aparecen en las gráficas II.V-3 a f, en las cuales se observa que predominan los vientos del norte en los meses de octubre a abril con frecuencias que varían entre 30% y 40%; mayo y septiembre son 2 meses en los cuales actúan de manera similar los vientos del norte y sur con frecuencias entre 20% y 30%, y en los meses de junio a agosto predominan los vientos del sur con frecuencias entre 20% y 40%.

La rosa anual (gráfica II.V-3) muestra como los vientos del norte se presentan con mayor frecuencia (aproximadamente 30%, que los del sur (18%), siendo estas las direcciones predominantes.

La calma máxima se presenta en febrero con una frecuencia de 48% y la mínima en julio con una frecuencia de 16%; la calma promedio anual tiene una frecuencia de 36.3%.

1.4.2.2 Estación Carmen de Tonchalá.

La secuencia histórica utilizada para este

análisis tiene datos diarios tanto de dirección como de velocidad, para el lapso comprendido entre 1973 y 1975.

Se utilizaron frecuencias mensuales en cada dirección, expresadas como porcentajes sobre el total de observaciones, con lo cual se desarrolló una rosa de vientos para cada mes y para el período en estudio, es decir con base en valores promedios mensuales inter-anales.

Con esto se obtienen las rosas de viento que aparecen en las gráficas II.V-4 a f, en las cuales se observa que predominan los vientos del norte con una frecuencia que varía entre 15% y 35% y los del sur con una frecuencia que varía entre 15% y 30% a lo largo del año y los del occidente con alguna predominancia en los meses de septiembre a diciembre.

La rosa anual (gráfica II.V-4) muestra los valores similares para las direcciones norte y sur (aproximadamente 21%), para viento de occidente 9% y una calma promedio de 41.3%.

La calma máxima se presenta en febrero con una frecuencia de 66.5% y la calma mínima se presenta en agosto con una frecuencia del 16%.

1.4.2.3 Comparación entre las estaciones Aeropuerto Camilo Daza y Carmen de Tonchalá.

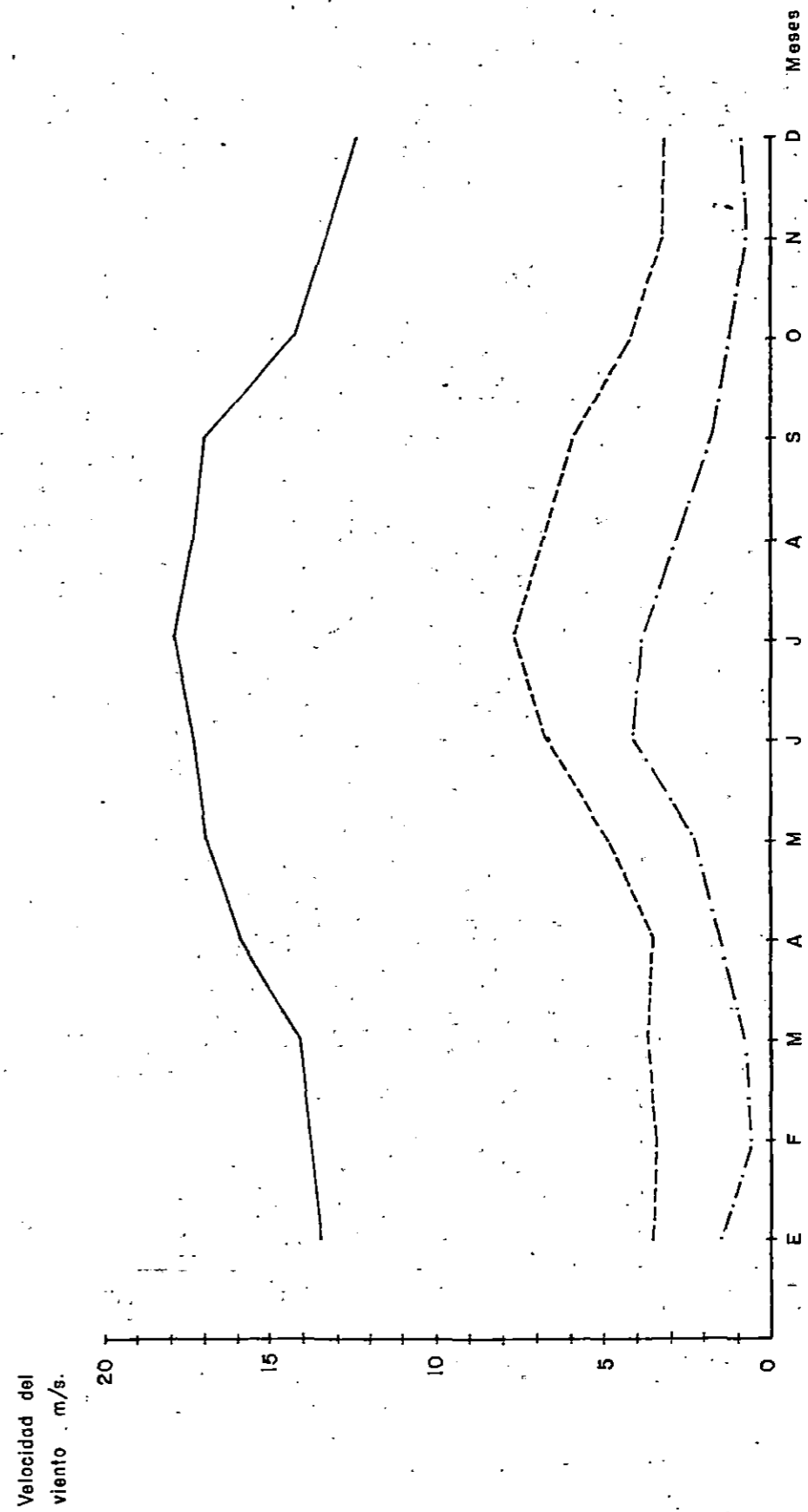
Tanto en Aeropuerto como en Carmen de Tonchalá,

predominan los vientos del norte y del sur.

En la primera estación el predominio del norte es más marcado, con una frecuencia anual del orden de 30% mientras en el sur es de 18%; en la segunda la frecuencia anual es del orden de 21% para las dos direcciones; la calma tiene una frecuencia anual de 36% en la primera y de 41% en la segunda.

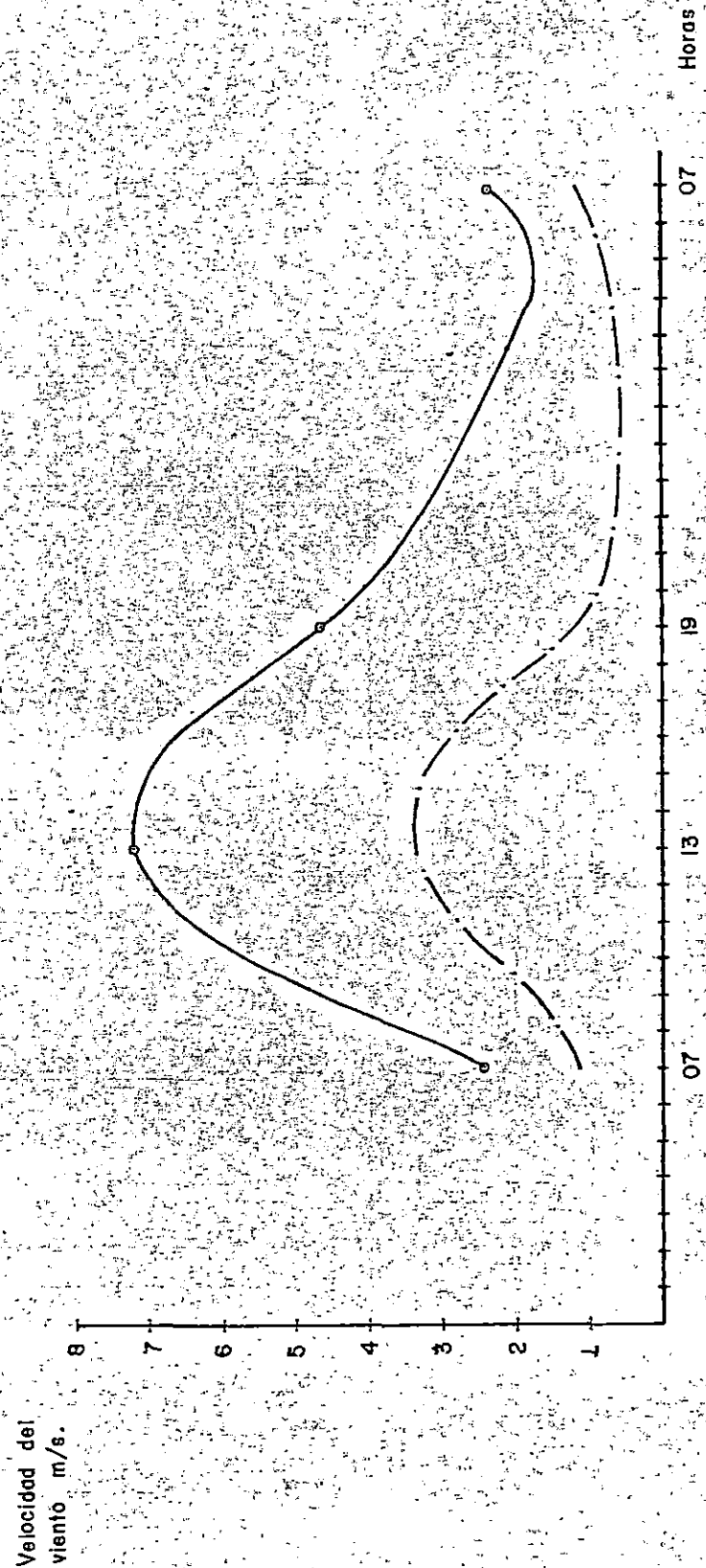
la velocidad promedio en la primera estación es de 5.24 y en la segunda de 2.3 m/s., con factores de estacionalidad similares.

GRAFICO II. V-1
 PROMEDIO INTERANUAL INTRAMENSUAL
 VELOCIDAD DEL VIENTO



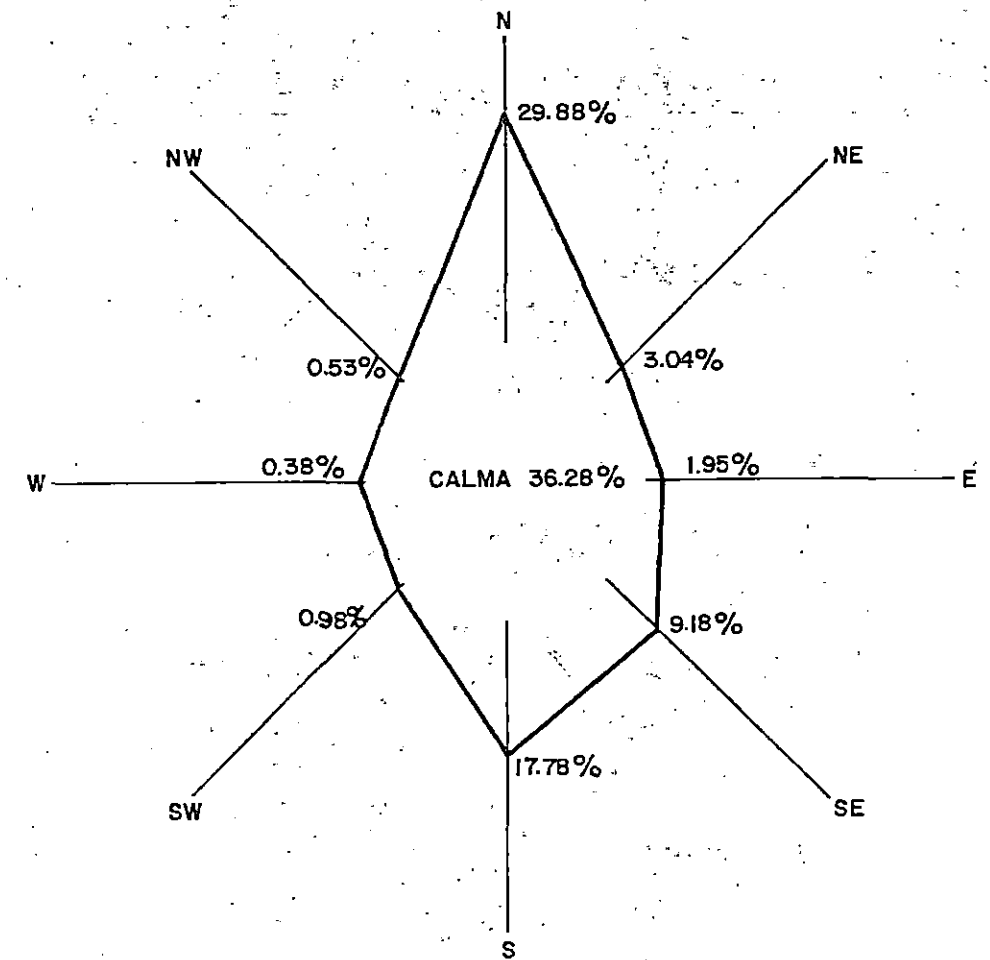
CONVENCIONES:
 Medio mensual; Estación: Aeropuerto Camilo Daza -----
 Carmen de Tonchalá - - - - -
 Max. Absoluta; Estación: Aeropuerto Camilo Daza _____

GRAFICO II V-2
 PATRON DE VARIACION DIURNA
 VELOCIDAD DEL VIENTO



CONVENCIONES :
 Media anual : 07, 13, 19 horas; Estación : Aeropuerto Camilo Daza —
 Carmen de Tonchalá - - -

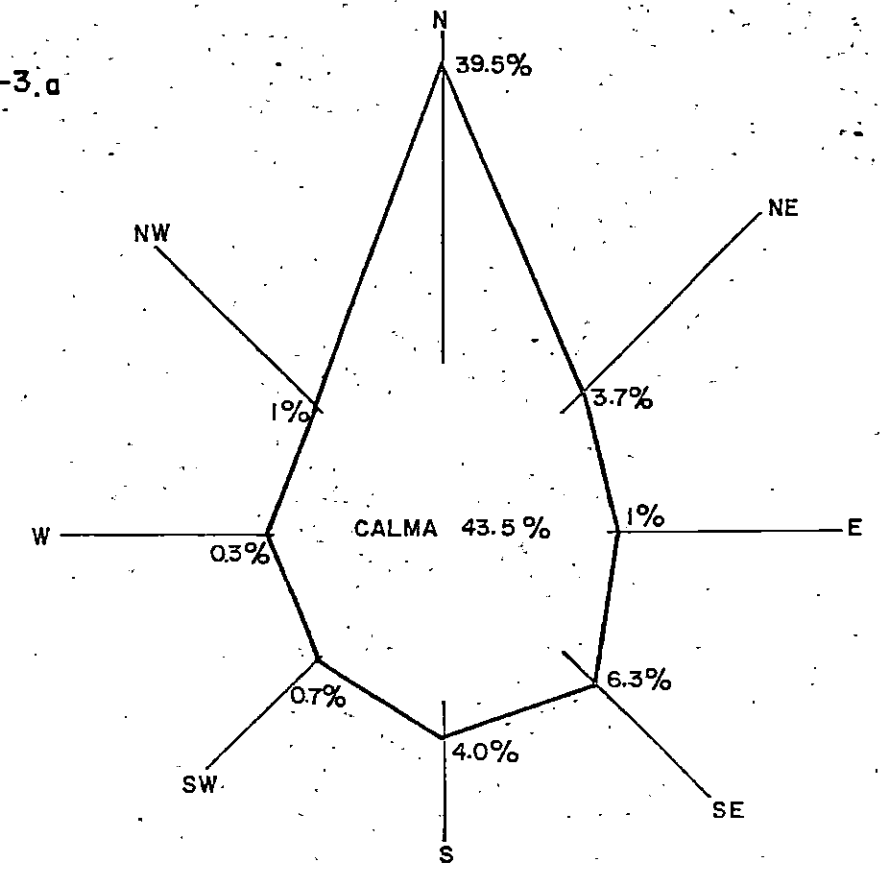
GRAFICA II-V-3
 ROSA ANUAL DE VIENTOS
 FRECUENCIA PROMEDIO DE DIRECCION
 Est: Aeropuerto Camilo Daza



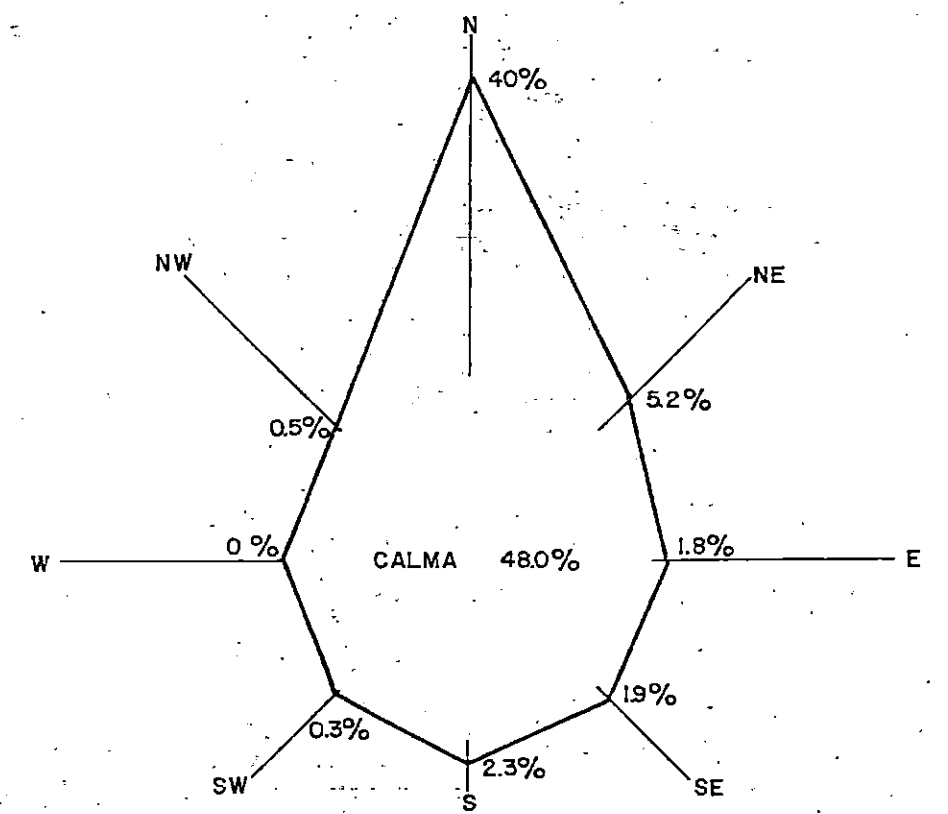
ROSA DE LOS VIENTOS
 FRECUENCIA DE DIRECCION
 Est: Aeropuerto Camilo Daza

GRAFICA II-V-3.a

ENERO



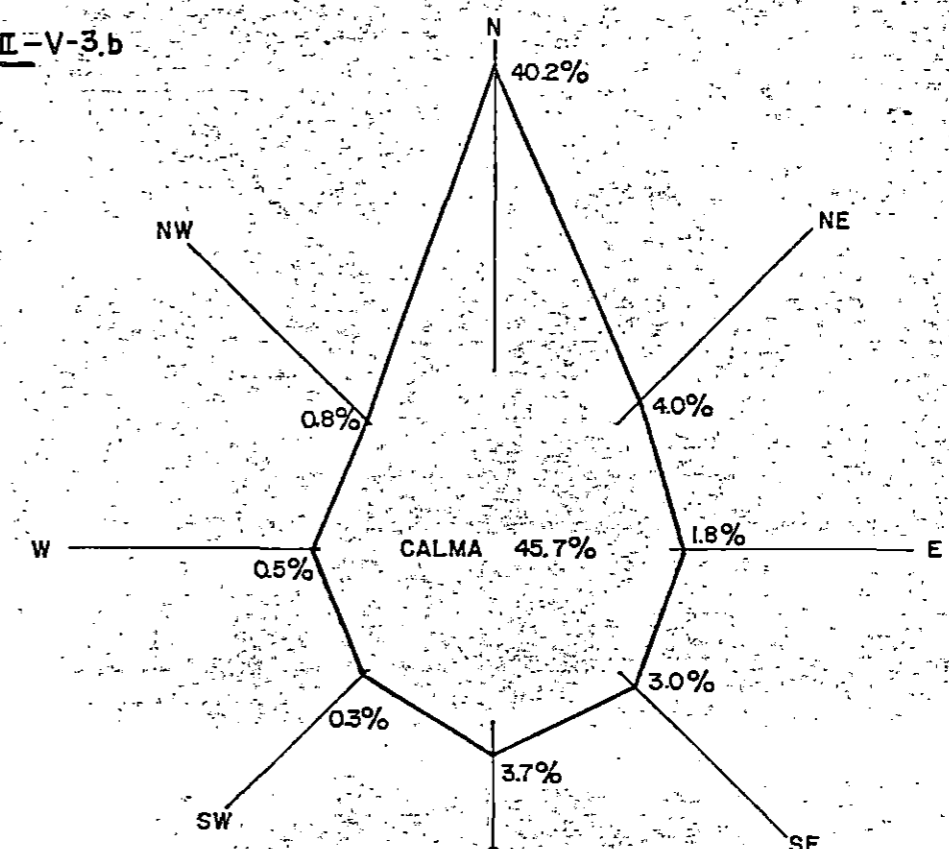
FEBRERO



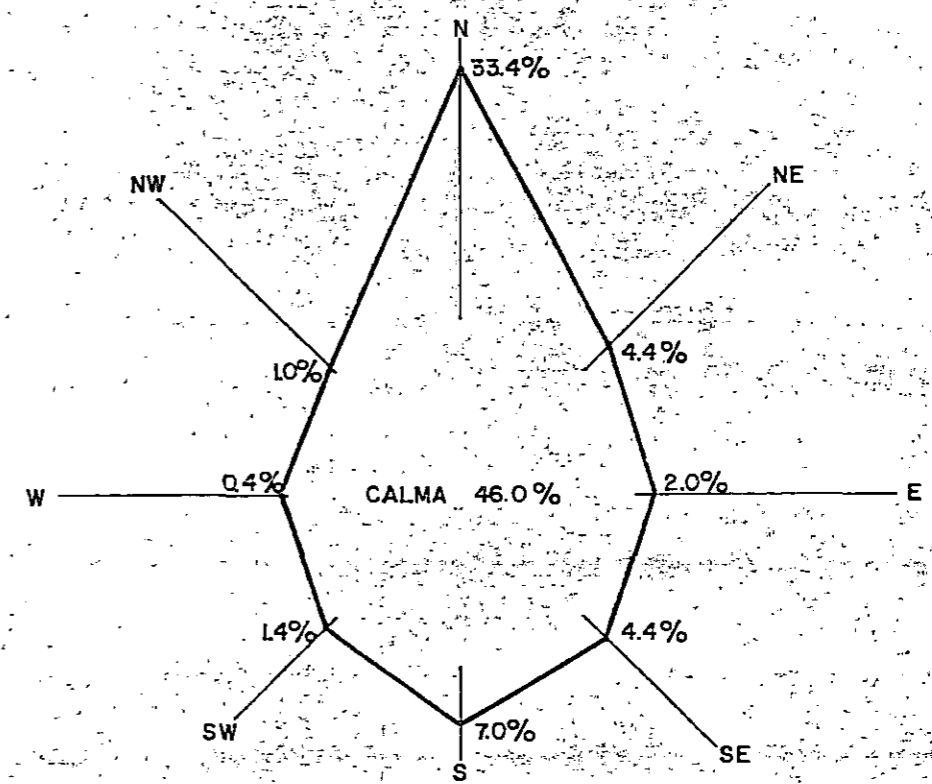
ROSA DE LOS VIENTOS
 FRECUENCIA DE DIRECCION
 Est: Aeropuerto Camilo Daza

GRAFICA II-V-3.b

MARZO



ABRIL

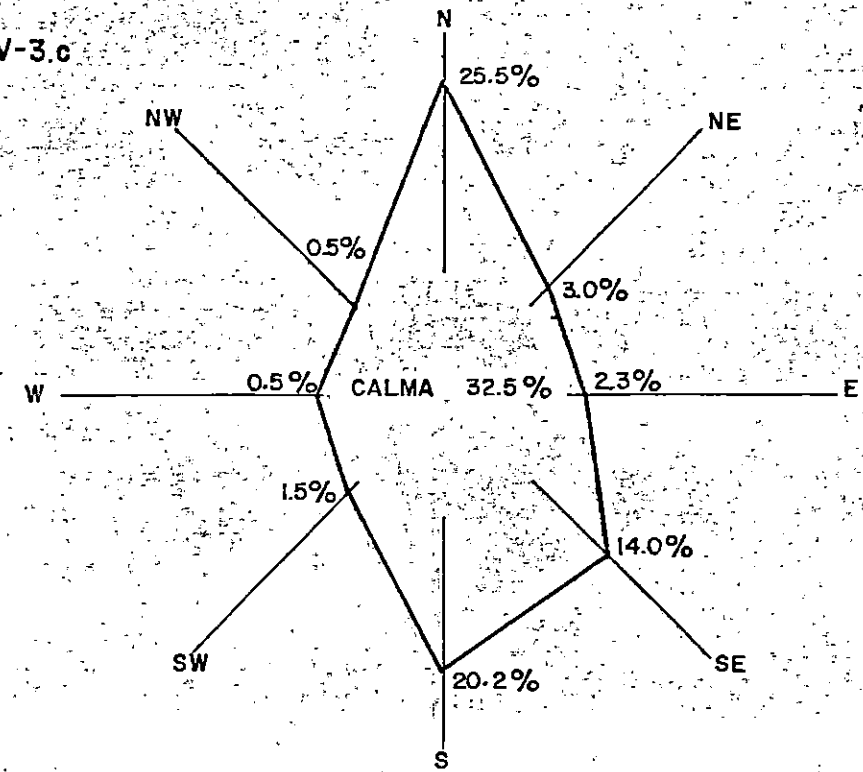


 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA centrales eléctricas del norte de santander	C E N S	 SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	PROYECTO TERMOTASAJERO	A PROBO:
				FECHA:

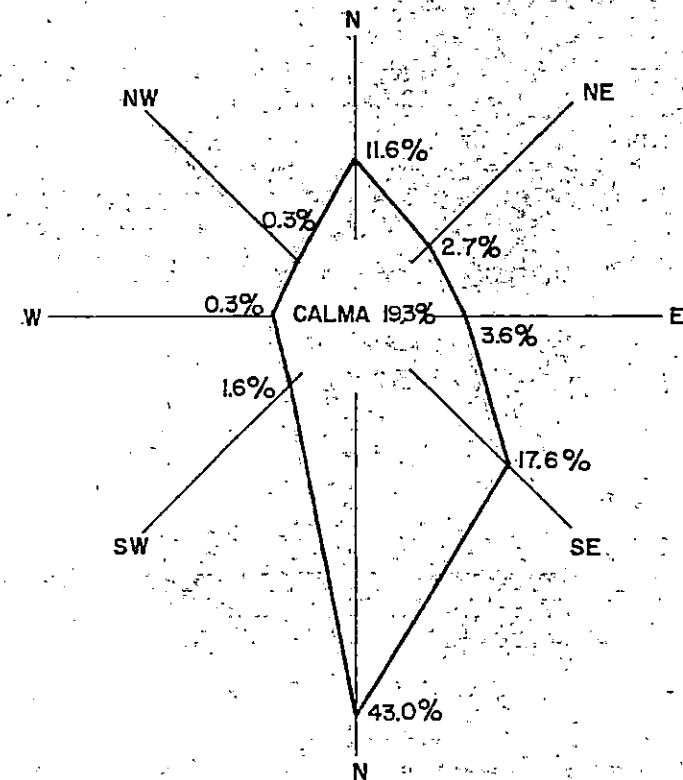
ROSA DE LOS VIENTOS
 FRECUENCIA DE DIRECCION
 Est: Aeropuerto Camilo Daza

GRAFICA II-V-3.6

MAYO



JUNIO



INSTITUTO COLOMBIANO
 DE ENERGIA ELECTRICA
 centrales eléctricas
 del norte de santander

C
 E
 N
 S



SOCIEDAD GENERAL
 DE CONSULTORIA LTDA

PROYECTO TERMOTASAJERO

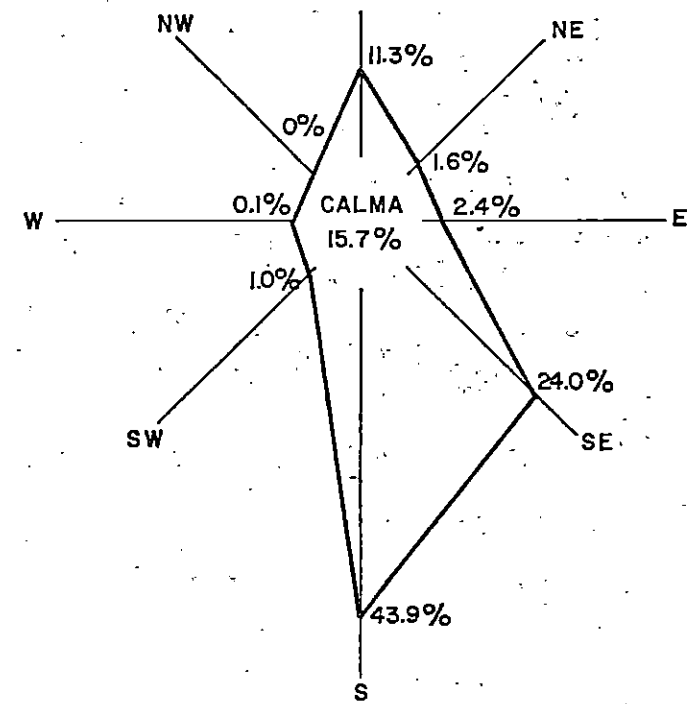
A PROBO:

FECHA:

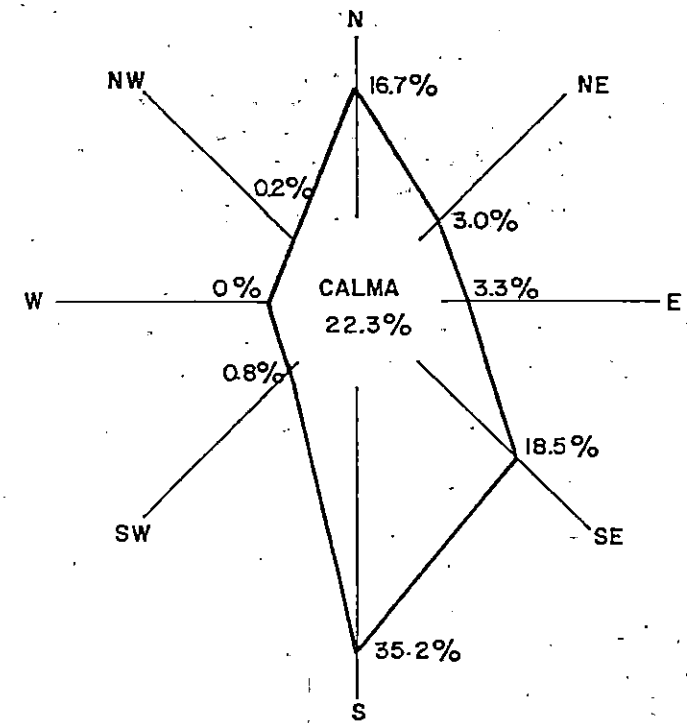
ROSA DE LOS VIENTOS
 FRECUENCIA DE DIRECCION
 Est: Aeropuerto Camilo Daza

GRAFICA II-V-3.d

JULIO



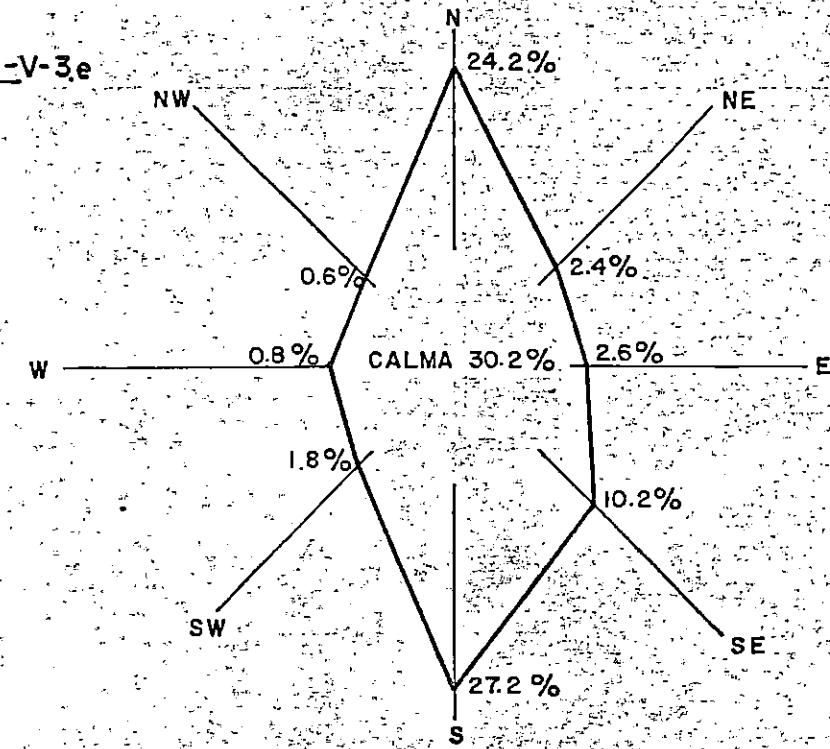
AGOSTO



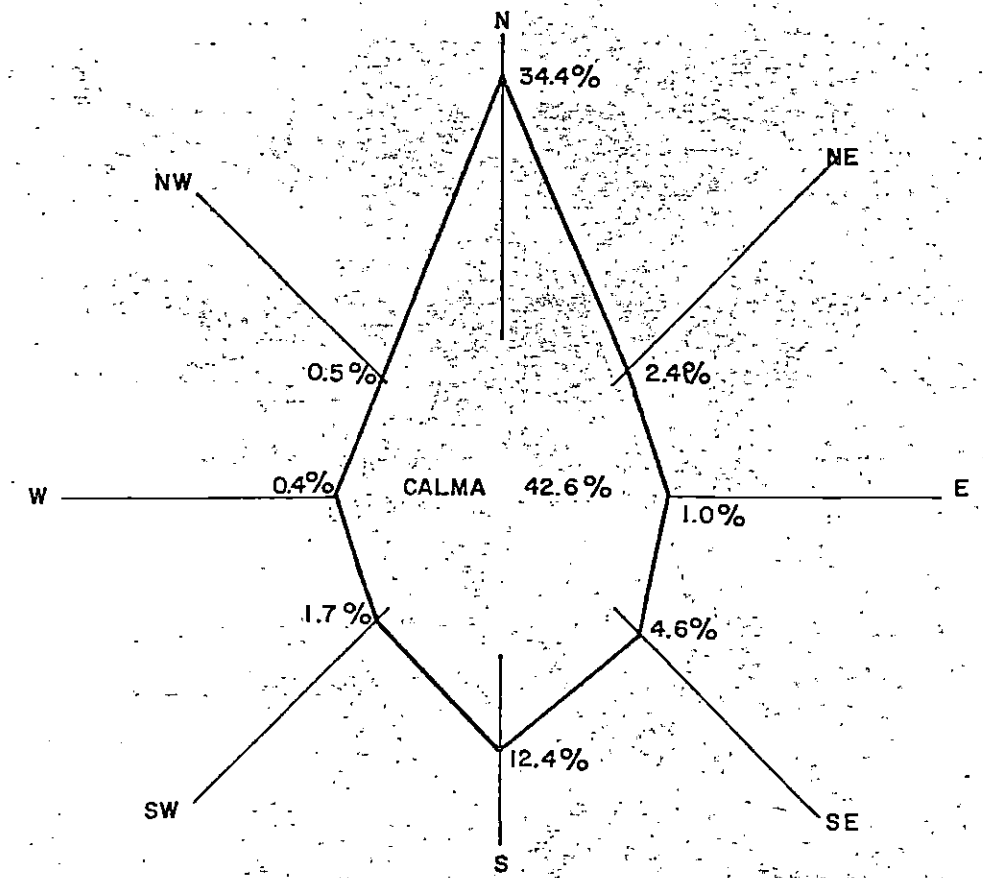
ROSA DE LOS VIENTOS
 FRECUENCIA DE DIRECCION
 Est: Aeropuerto Camilo Daza

GRAFICA II-V-3e

SEPTIEMBRE



OCTUBRE

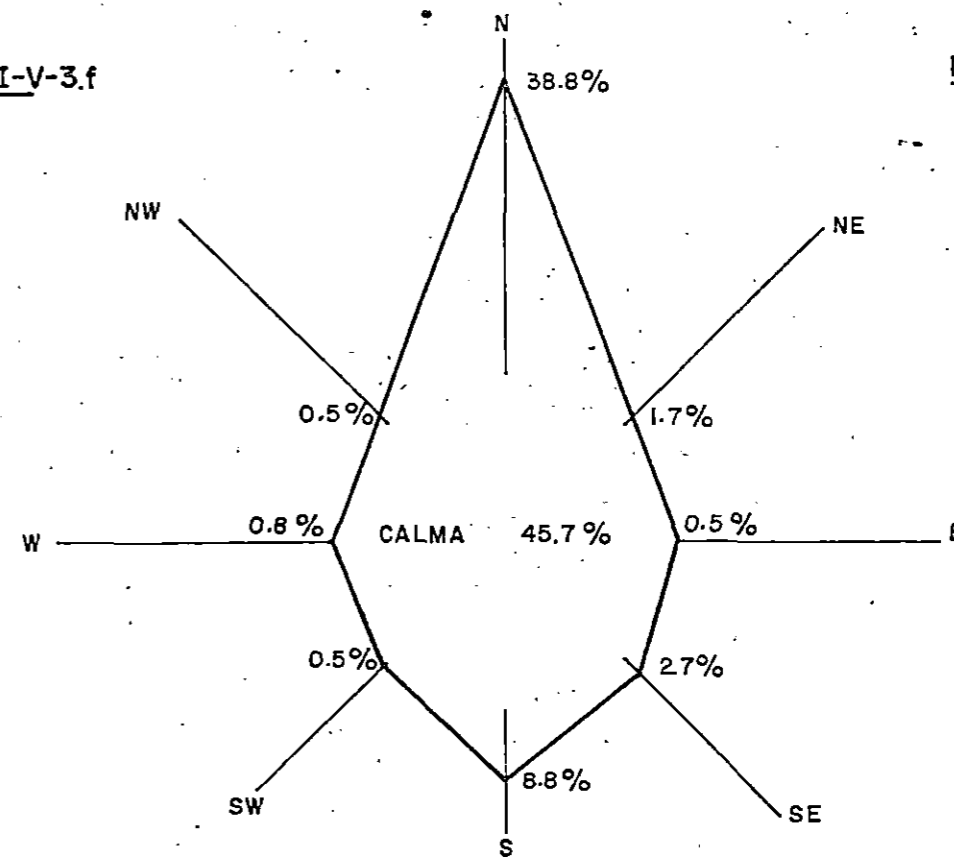


 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA centros eléctricos del norte de Santander	C E N S	 SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	PROYECTO TERMOTASAJERO	APROBO:
				FECHA:

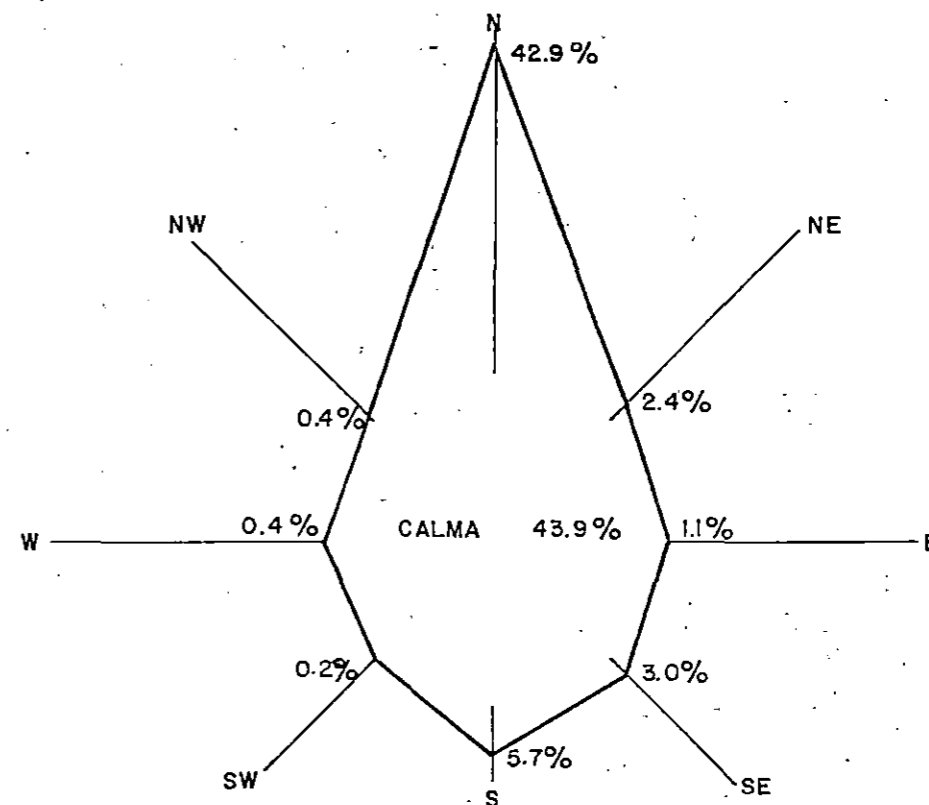
ROSA DE LOS VIENTOS
 FRECUENCIA DE DIRECCION
 Est: Aeropuerto Camilo Daza

GRAFICA II-V-3.f

NOVIEMBRE



DICIEMBRE



INSTITUTO COLOMBIANO
 DE ENERGIA ELECTRICA
 centrales eléctricas
 del norte de santander

C
E
N
S

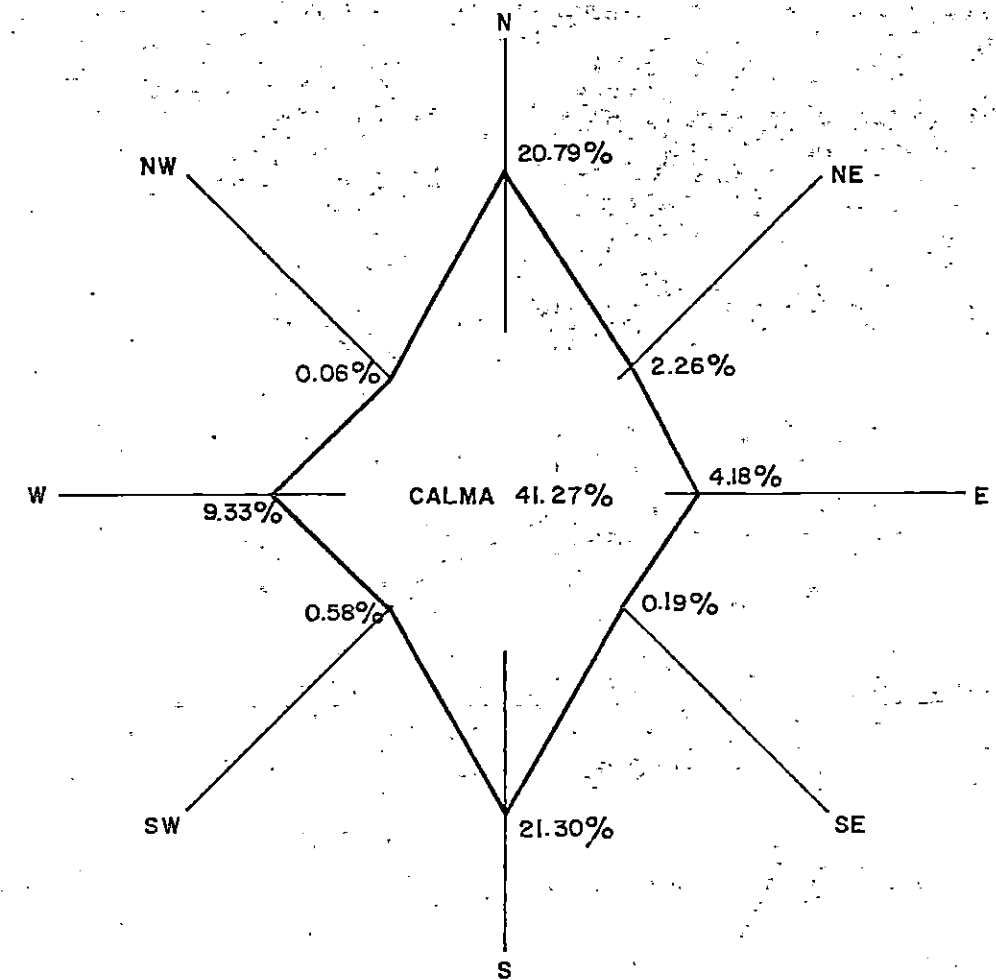


SOCIEDAD GENERAL
 DE CONSULTORIA LTDA

PROYECTO TERMOTASAJERO

A PROBO:
 FECHA:

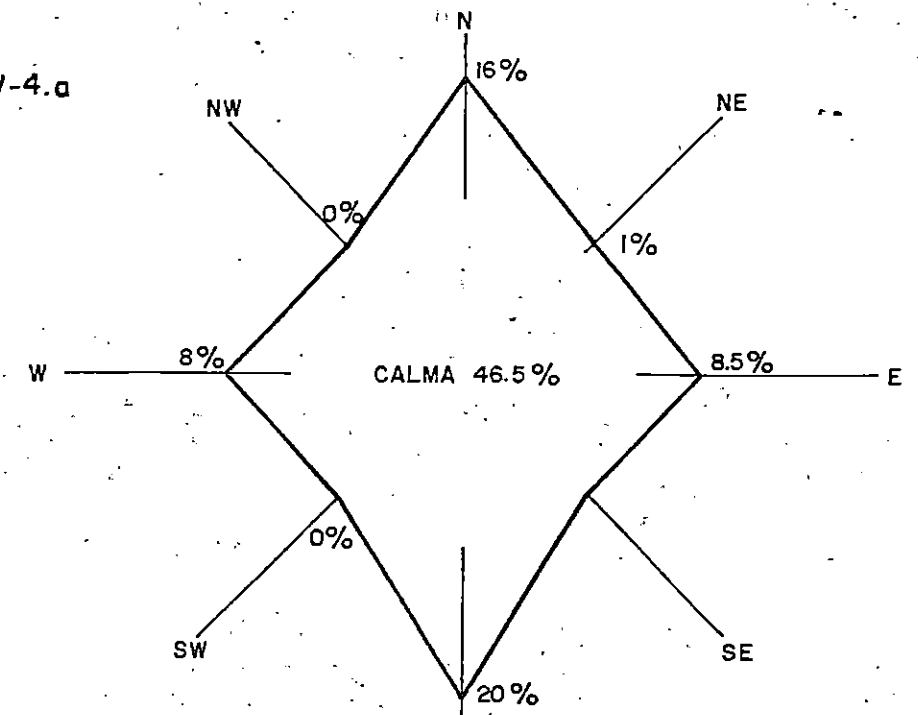
GRAFICA II-V-4
 ROSA ANUAL DE VIENTOS
 FRECUENCIA PROMEDIO DE DIRECCION
 Est. Carmen de Tonchalá



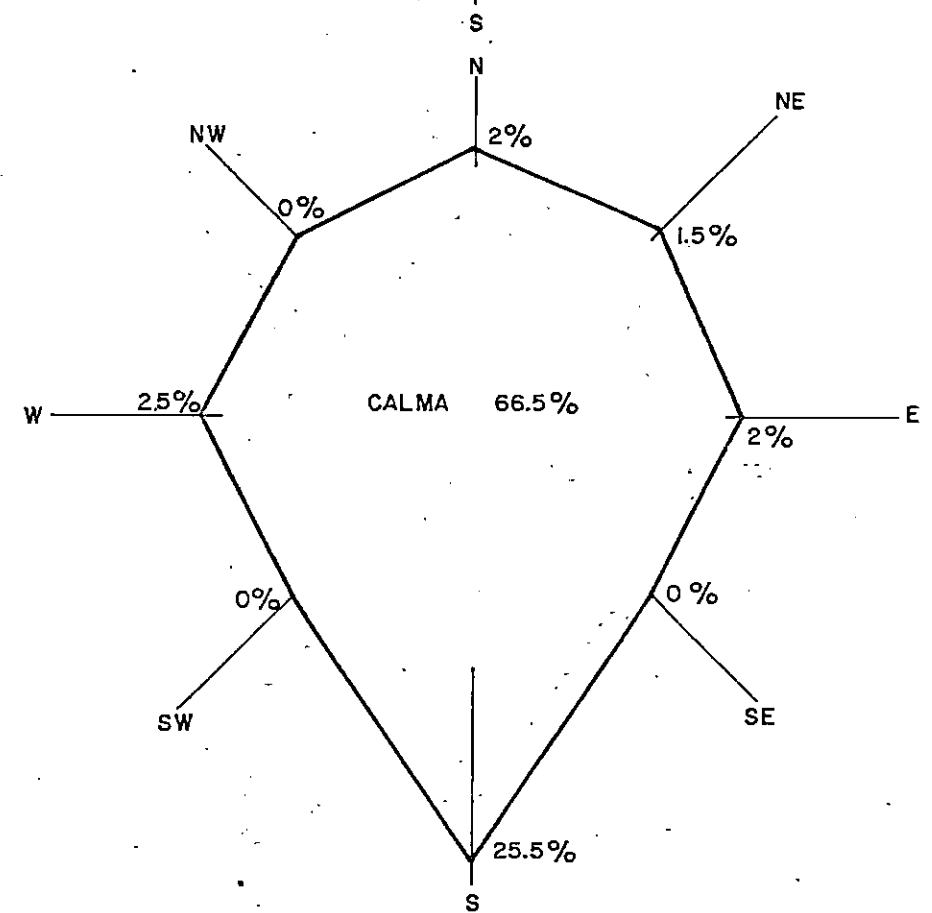
ROSA DE LOS VIENTOS
FRECUENCIA DE DIRECCION
Est: Carmen de Tonchalá

GRAFICA II-V-4.a

ENERO



FEBRERO



INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA
centrales eléctricas
del norte de santander

C
E
N
S



SOCIEDAD GENERAL
DE CONSULTORIA LTDA

PROYECTO TERMOTASAJERO

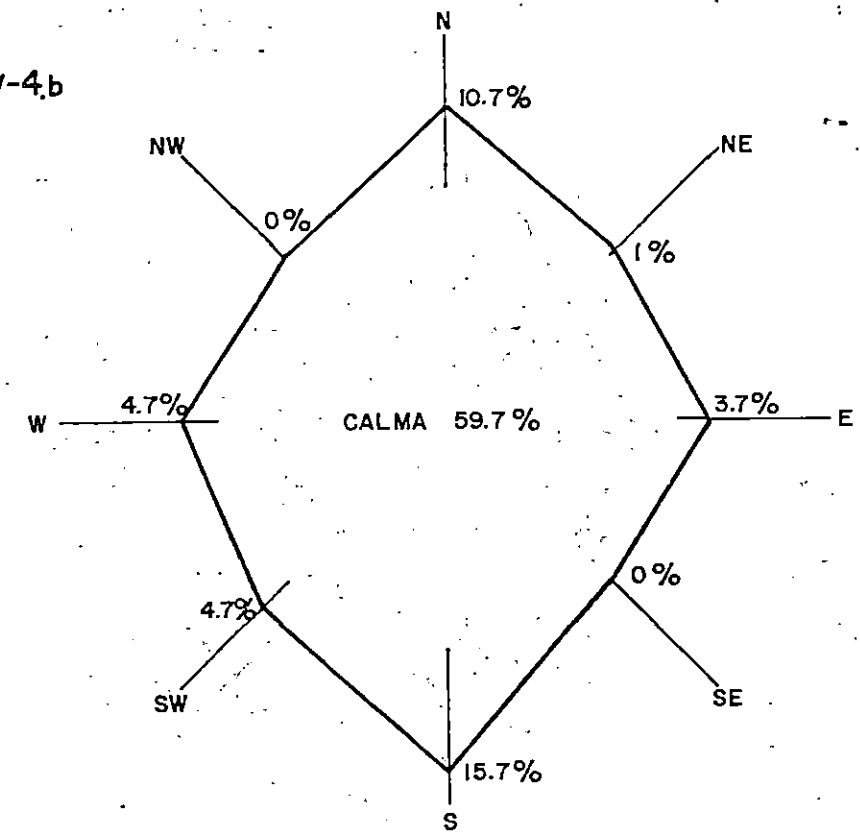
A PROBO:

FECHA:

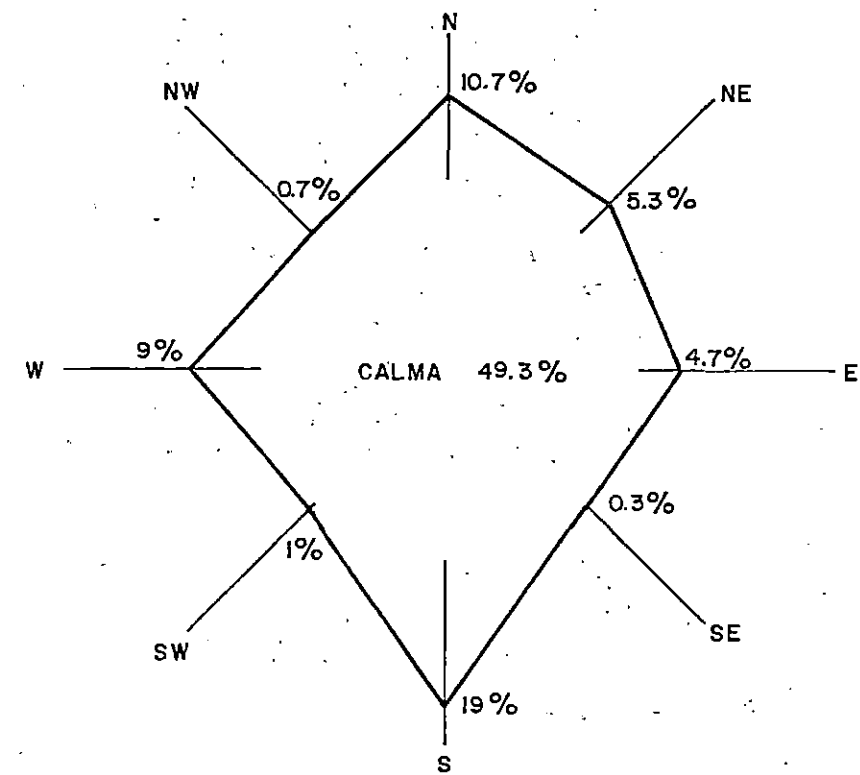
ROSA DE LOS VIENTOS
 FRECUENCIA DE DIRECCION
 Est: Carmen de Tonchalá

GRAFICA II-V-4,b

MARZO



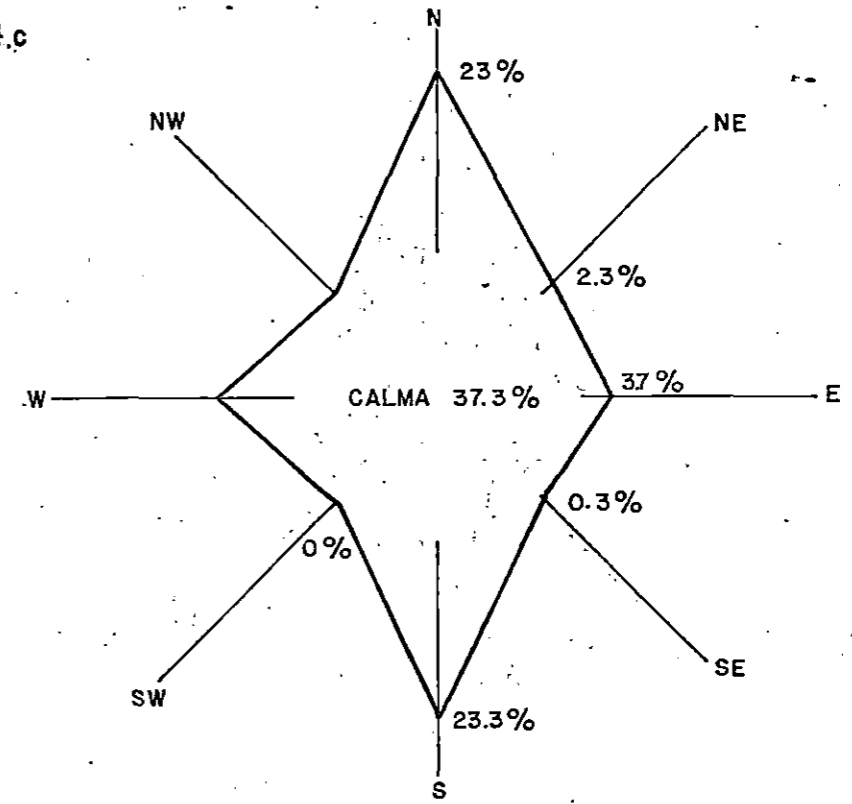
ABRIL



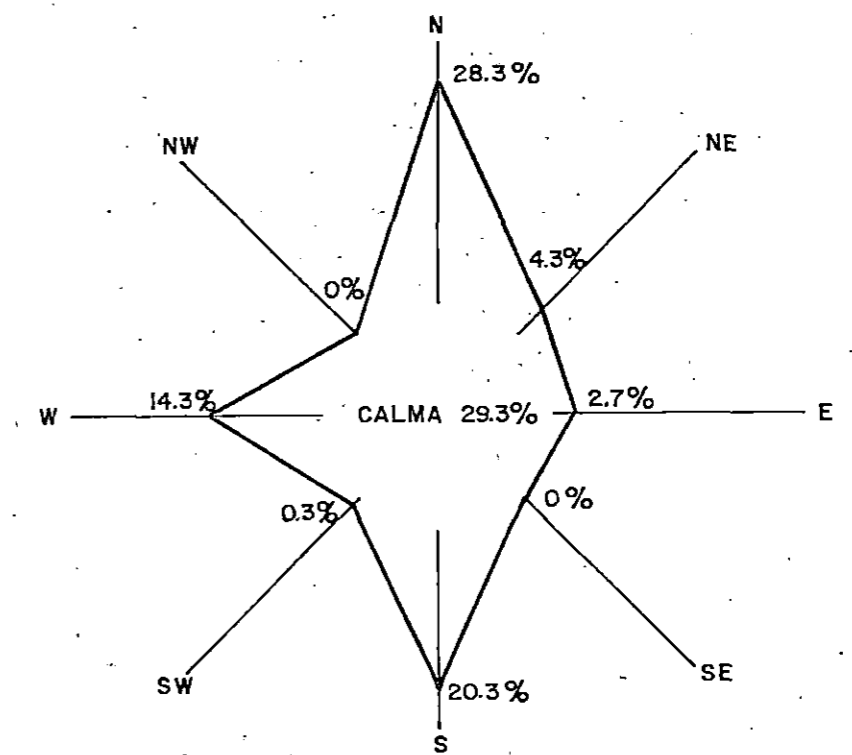
ROSA DE LOS VIENTOS
 FRECUENCIA DE DIRECCION
 Est: Carmen de Tonchalá

GRAFICA II-V-4.c

MAYO



JUNIO



INSTITUTO COLOMBIANO
 DE ENERGIA ELECTRICA
 centrales eléctricas
 del norte de Santander

C
 E
 N
 S



SOCIEDAD GENERAL
 DE CONSULTORIA LTDA

PROYECTO TERMOTASAJERO

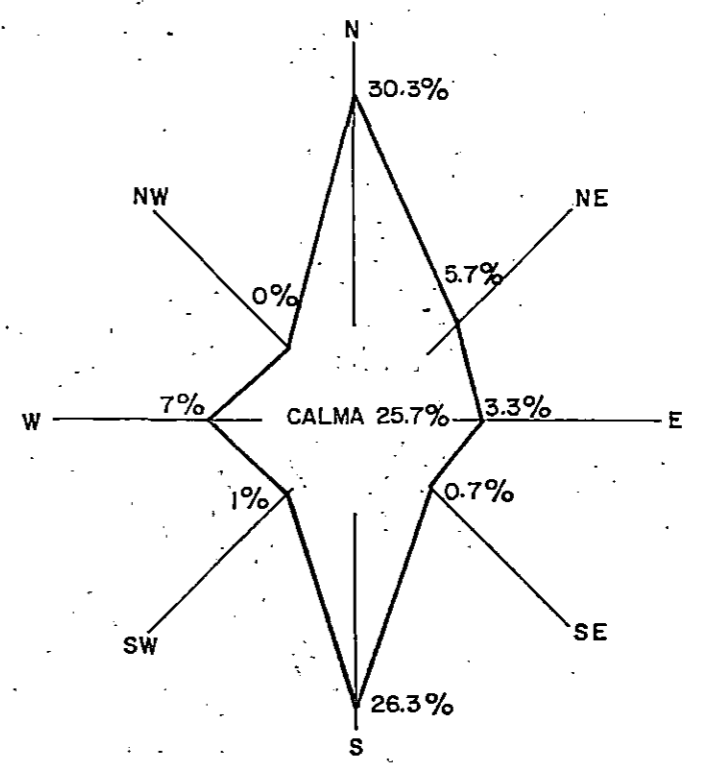
APROBO:

FECHA:

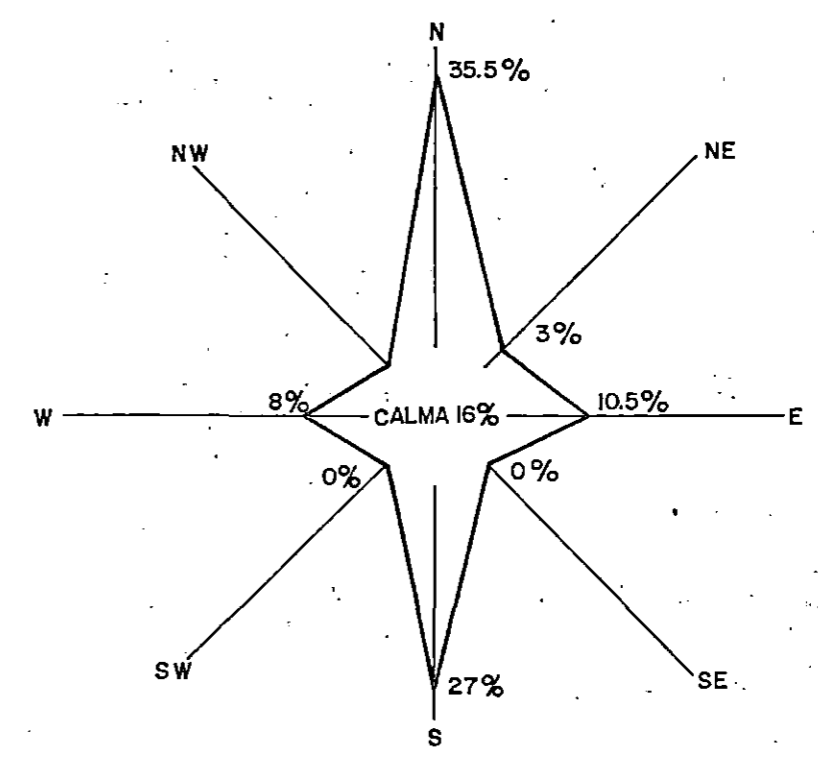
ROSA DE LOS VIENTOS
 FRECUENCIA DE DIRECCION
 Est: Carmen de Tonchalá



GRAFICA II-V-4.d

JULIO



AGOSTO

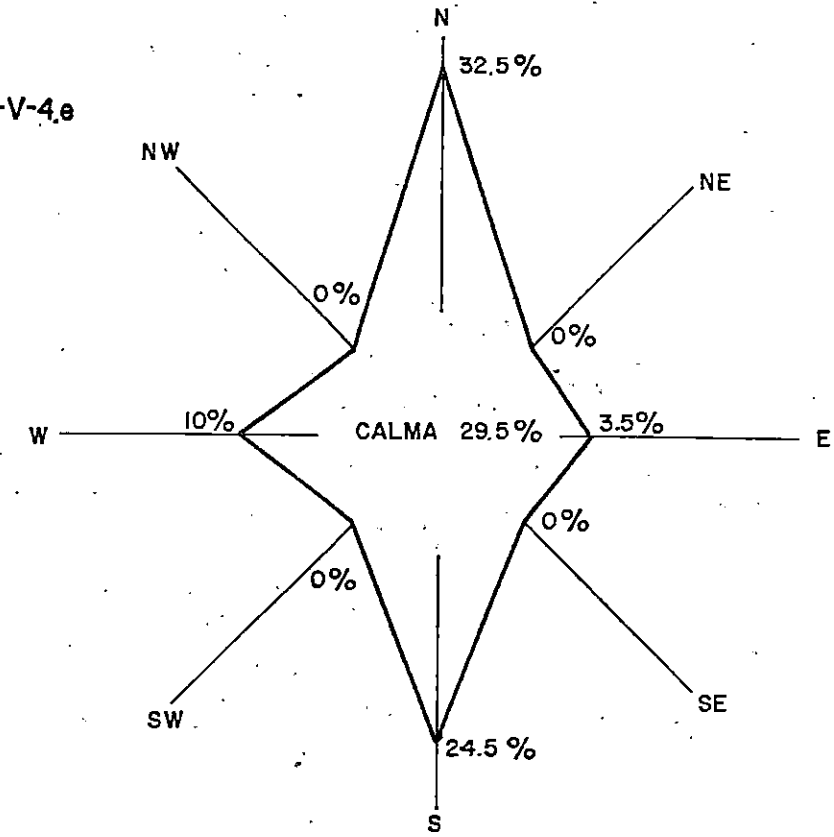


 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA centrales eléctricas del norte de Santander	C E N S	 SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	PROYECTO TERMOTASAJERO	APROBO:
				FECHA:

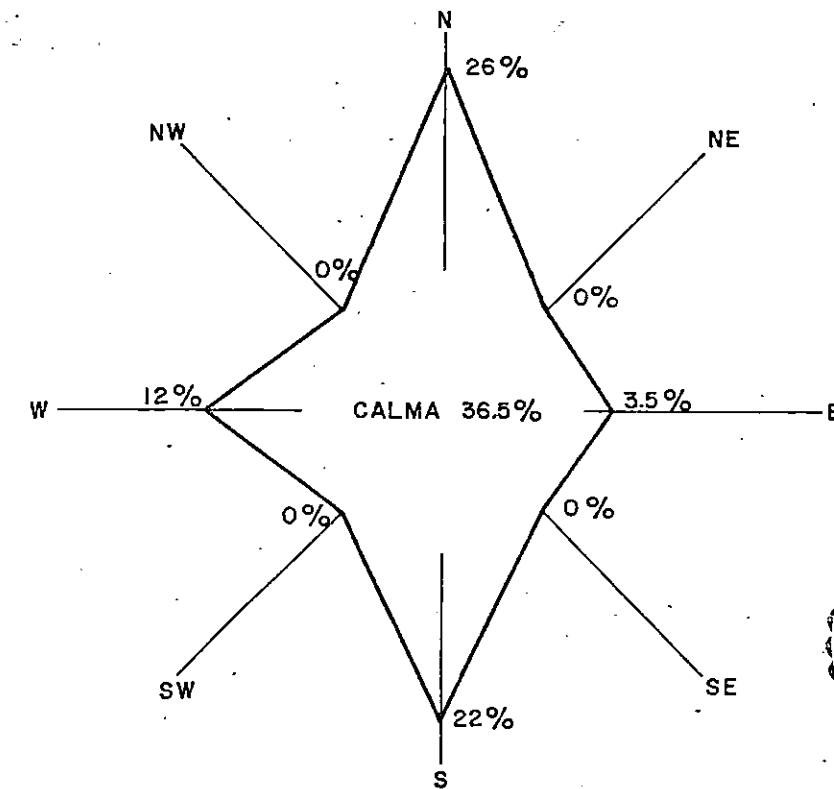
ROSA DE LOS VIENTOS
FRECUENCIA DE DIRECCION
Est: Carmen de Tonchalá.



GRAFICA II-V-4.e

SEPTIEMBRE



OCTUBRE

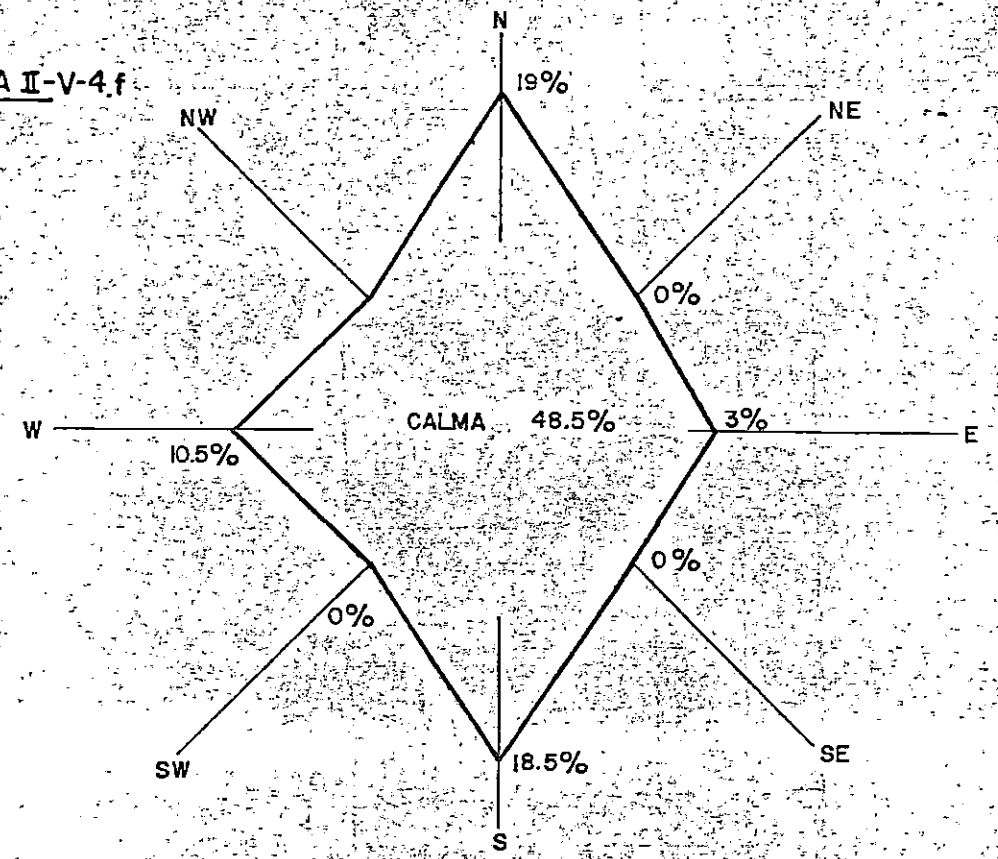


 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA centrales eléctricas del norte de santander	C E N S	 SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	PROYECTO TERMOTASAJERO	APROBO:
				FECHA:

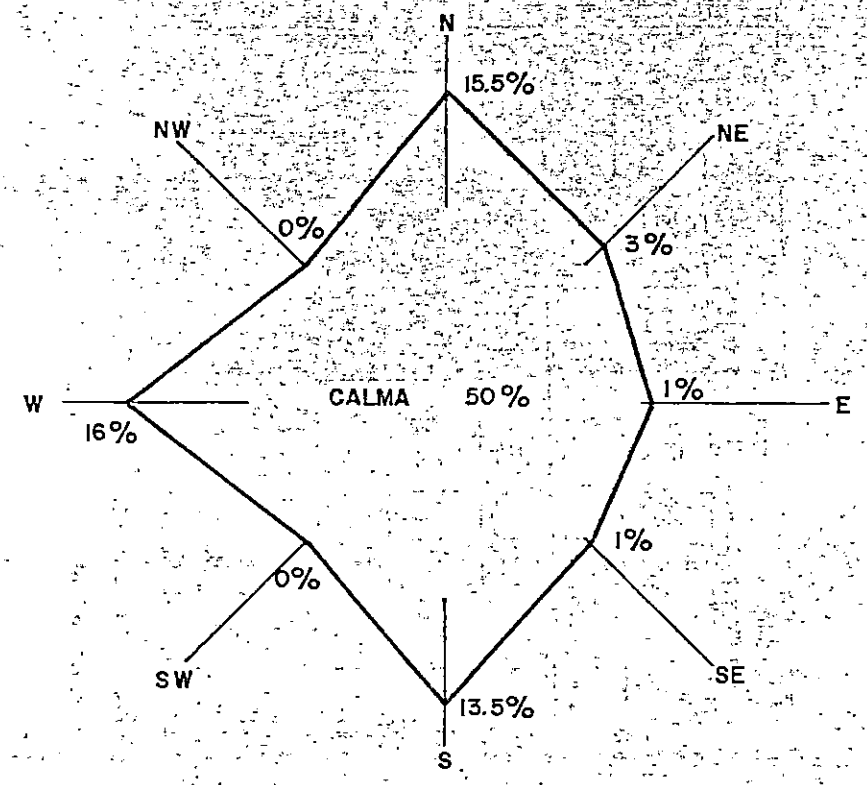
ROSA DE LOS VIENTOS
 FRECUENCIA DE DIRECCION
 Est: Carmen de Tonchalá

GRAFICA II-V-4.f

NOVIEMBRE



DICIEMBRE



1.5 LLUVIA

Se efectúa un análisis de lluvia total mensual, total anual, mínima intranual de los totales mensuales, máxima intramensual en 24 horas y lluvias máximas para duraciones menores de una hora, para las dos estaciones más cercanas al proyecto, Carmen de Tonchalá y Aeropuerto Camilo Daza, las cuales presentan alguna similitud en sus condiciones de pluviosidad, teniendo la primera valores que en general son algo mayores que la segunda.

1.5.1 Lluvia Mensual

1.5.1.1 Total mensual

1.5.1.1.1 Aeropuerto Camilo Daza

La secuencia utilizada, fue extraída del archivo de HIMAT; los promedios interanuales de los valores mensuales, varían desde 21.3 en agosto hasta 83.7 mm en octubre. La gráfica II.L-1 muestra que los valores más altos se presentan en octubre, noviembre y abril, y los más bajos en junio, julio y agosto.

1.5.1.1.2 Carmen de Tonchalá

La secuencia utilizada consta de registros históricos de 1968 a 1977 y de una extensión por regresión de 1945 a 1967, con base en la estación aeropuerto Camilo Daza, dando como resultado,

$y = 19.59 + 0.85 x$; con $r^2 = 0.56$, altamente significativo.

La secuencia presenta valores promedios mensuales interanuales que varían desde 34.21 en julio hasta 95.49 en noviembre. La gráfica II.L-1 muestra que los valores más altos se presentan en abril, octubre y noviembre y los más bajos en junio, julio y agosto, igual que en el aeropuerto.

1.5.1.1.3 Comparación Aeropuerto Camilo Daza y Carmen de Tonchalá.

Las dos estaciones presentan un patrón de variación en los promedios interanuales de los totales mensuales (gráfica II.L-1) esquemáticamente muy similares; sin embargo, los valores son algo mayores en la estación Carmen de Tonchalá.

1.5.1.2 Mínimo interanual de los totales mensuales

1.5.1.2.1 Aeropuerto Camilo Daza

La secuencia utilizada fué extraída de los valores totales mensuales de lluvia, la cual se estudió mediante el método de Gumbel, pero éste no resultó adecuado, lo que hizo necesario el empleo de la distribución de probabilidad logarítmica normal que dió como resultado la gráfica II.L-2; en ella se aprecia que para un lapso medio de retorno de 2 años

o sea con una probabilidad de 0.5 presenta un valor de 1.4 mm de mínimo intranual de lluvia, que es un valor muy pequeño, explicable si se observa la gráfica II.L-3 donde se ve una frecuencia del 60% (bastante alta) para valores entre 0 y 5 mm

1.5.1.2.2 Carmen de Tonchalá.

La secuencia utilizada fué extraída de la de los valores totales mensuales de lluvia.

Usando la distribución de Gumbel se hizo una estimación estadística de los valores mínimos de lluvia según lo ilustra la gráfica II.L-4. Para un lapso medio de retorno de 20 años, o sea con una probabilidad de excedencia de 0.95 se encuentra un valor de 4.33 mm.

1.5.1.2.3 Comparación entre el Aeropuerto Camilo Daza y Carmen de Tonchalá.

Los valores de mínimos presentan un mayor promedio en Carmen de Tonchalá, 19.93 mm contra 5.42 mm en Aeropuerto Camilo Daza. La desviación típica es un poco más alta en el Aeropuerto y el coeficiente de variación bastante más alto.

1.5.2 Lluvia máxima intramensual en 24 horas.

1.5.2.1 Aeropuerto Camilo Daza

La secuencia histórica extraída de HIMAT consta de valores mensuales desde 1945 hasta 1977. Los promedios mensuales presentan variación desde 8.8 en junio hasta 30.9 en octubre; los valores más altos ocurren en abril, mayo, octubre y noviembre y los más bajos en junio, julio y agosto, siguiendo un comportamiento similar al de los valores mensuales (gráfica II.L-1) Los valores máximos intranuales muestran un promedio de 55.89 y una desviación típica de 30.9.

1.5.2.2. Carmen de Tonchalá.

La secuencia utilizada consta de registros históricos de 1968 a 1977 y una extensión por regresión de 1945 a 1967, la cual se hizo con base en los datos totales mensuales de la misma estación, dando como resultado:

$$y = 0.77 x^{0.83} ; \text{ con } r^2 = 0.80, \\ \text{altamente significativo.}$$

Los valores anuales fluctúan entre 12 y 112 con un promedio de 48.1 mm. Los promedios mensuales presentan variación entre 15.36 en julio y 32.50 en abril; los valores máximos ocurren en abril, octubre y noviembre y los mínimos en junio, julio y agosto, siguiendo un comportamiento similar al de los totales mensuales. (gráfica II.L-4)

1.5.3 Aguaceros máximos

Usando la distribución de Gumbel se hizo una estimación estadística de los valores máximos de lluvia en 10 minutos en la estación Carmen de Tonchalá, dando como resultado la ecuación:

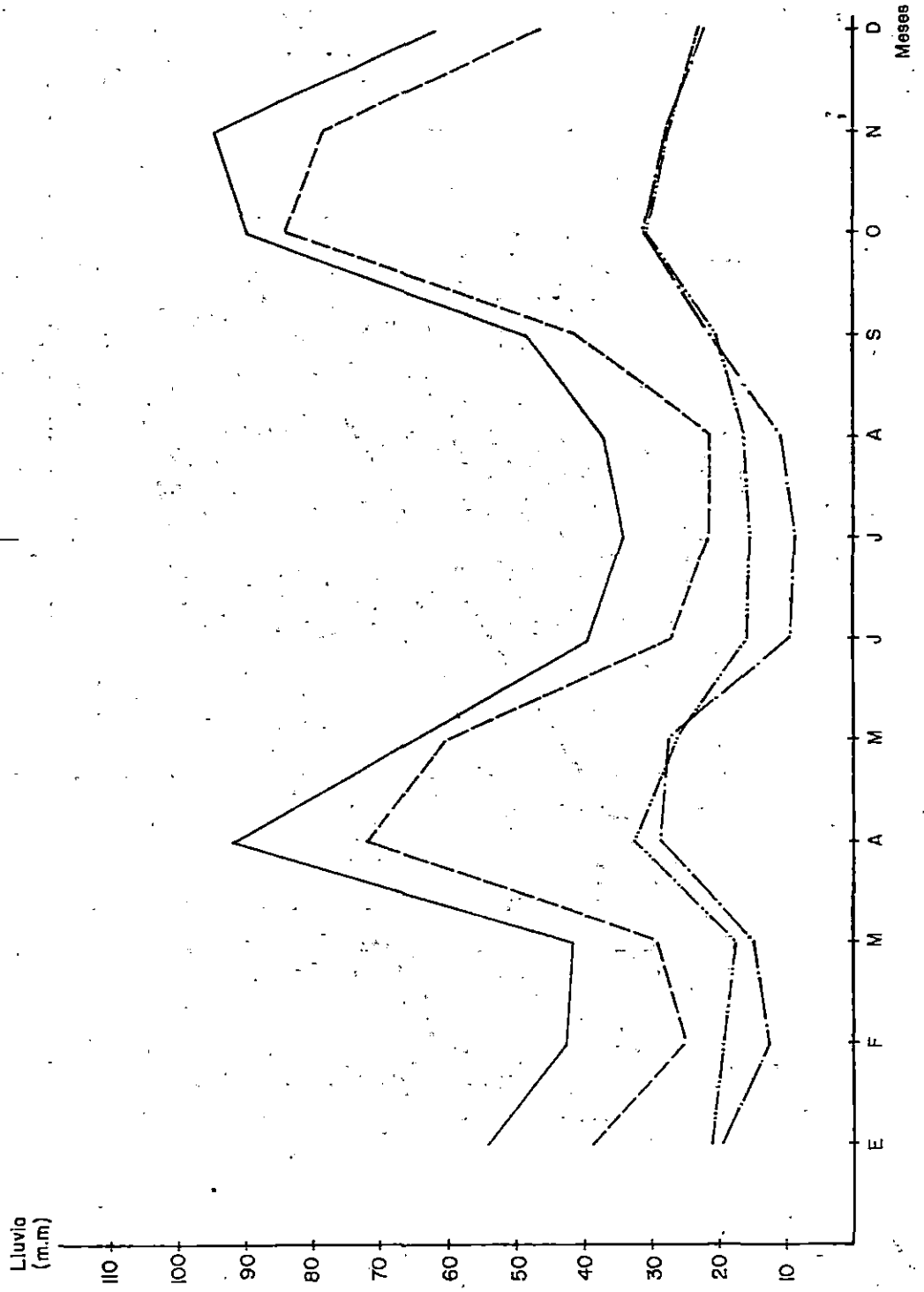
$$X_{Tr} = 10.973 - 6.133 \ln (-\ln P)$$

donde X_{Tr} es el valor para un lapso medio de retorno Tr y P es la probabilidad $P(X < x)$.

Con esta se puede elaborar la gráfica II.L-5 Para una duración de 30 minutos la lluvia máxima es igual a la de 10 minutos multiplicada por un factor de 1.77; para una hora el factor es de 2.1. La lluvia máxima en 10 minutos correspondiente a un lapso medio de retorno de 20 años es de 29.2 mm; para 30 minutos es de 51.7 mm y para una hora es de 61.3 mm.

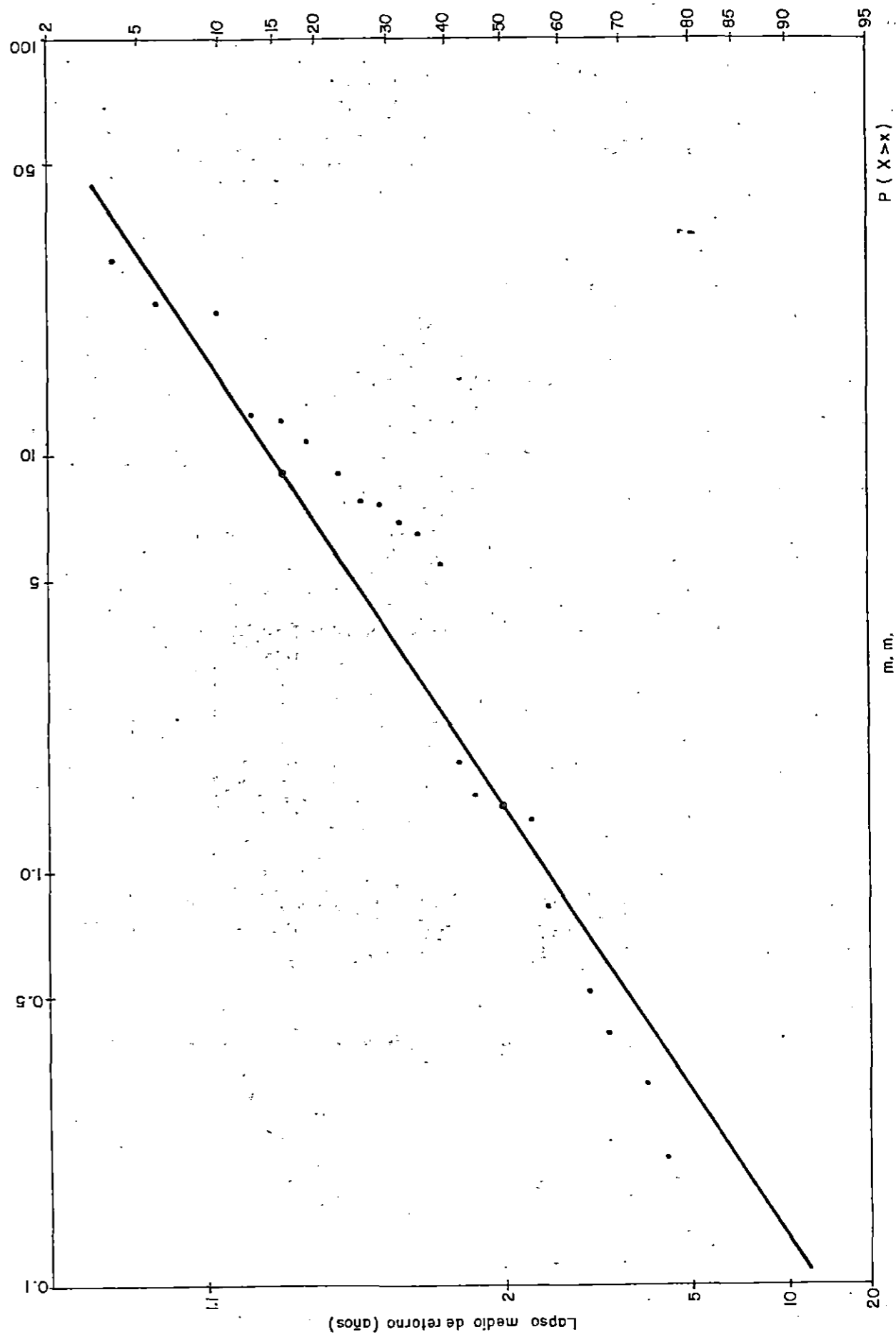
La intensidad de lluvia correspondiente a estos lapsos, expresada en mm./hora es 175.2; 103 y 61.3, respectivamente, valores que se recomiendan para el diseño de los drenajes de la central.

GRAFICA II. L-1
 LLUVIA: PROMEDIOS INTERANUALES



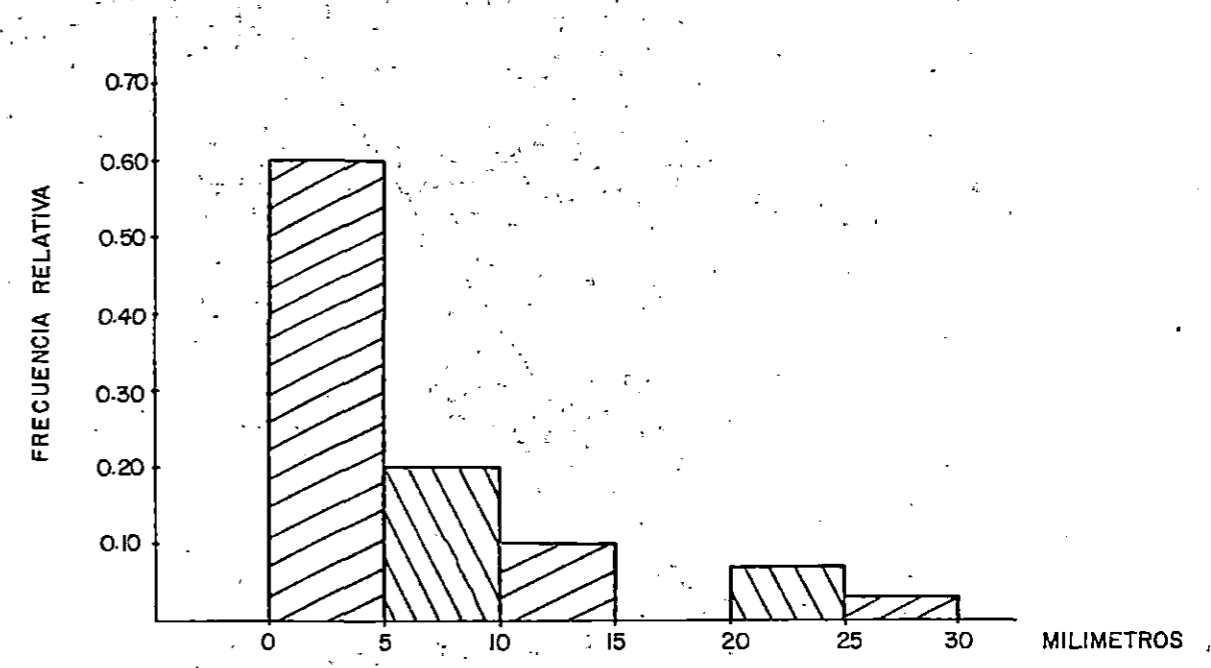
- - - - - Total mensual Carmen de Tonchalá
 ——— Total mensual Aeropuerto Camillo Daza
 - · - · - Máxima intramensual en 24 horas, Aeropuerto Camillo Daza
 - · - · - Máxima intramensual en 24 horas, Carmen de Tonchalá

GRAFICA II. L-2 FUNCION PROBABILISTICA DEL MINIMO INTRANUAL DE LLUVIA MENSUAL, AEROPUERTO CAMILO DAZA

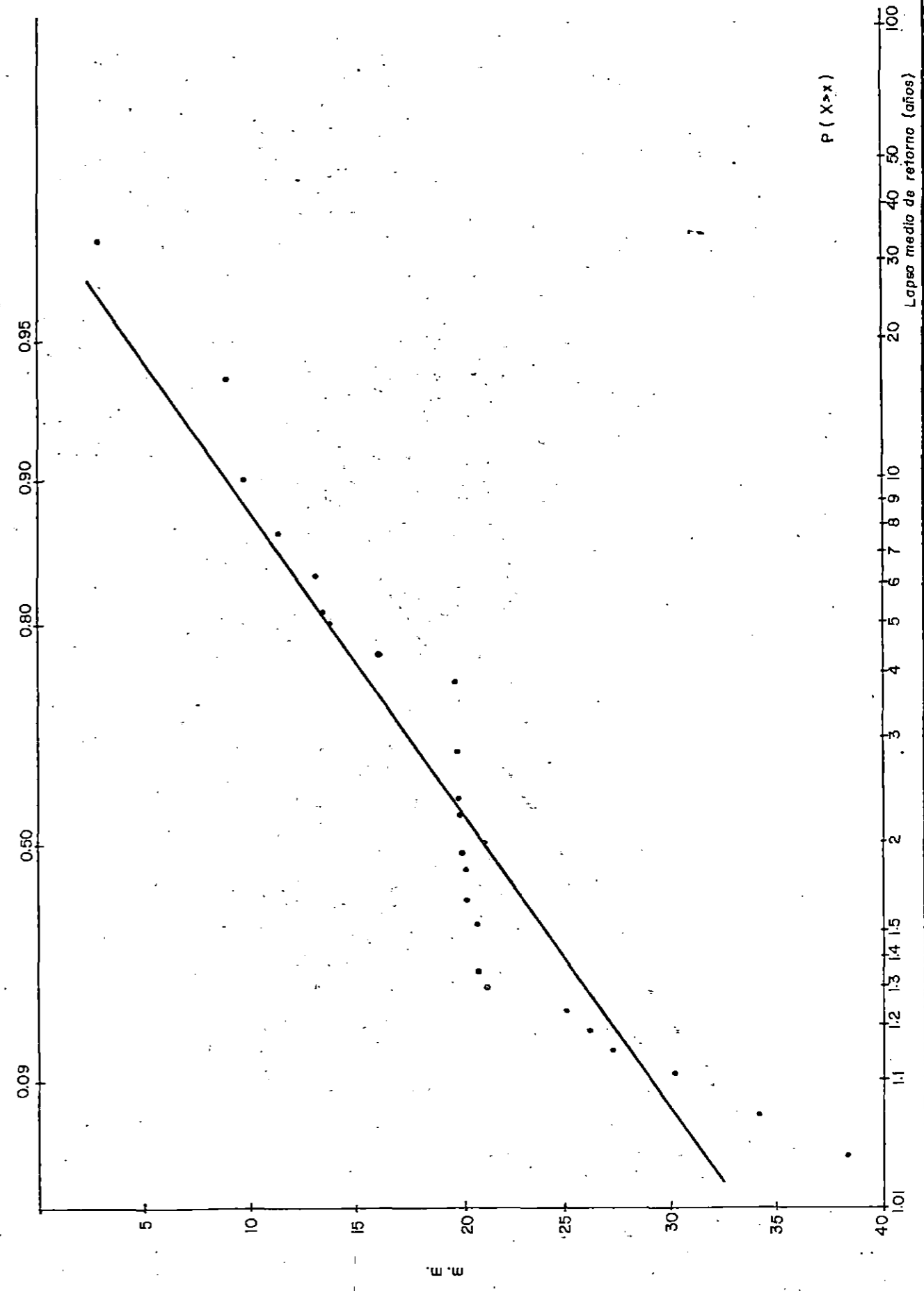




	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGÍA ELÉCTRICA centros eléctricos del norte de santander		SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	PROYECTO TERMOTASAJERO	A PROBO:
					FECHA:

GRAFICA I. L-3
 HISTOGRAMA DE FRECUENCIA RELATIVA DEL
 MINIMO INTRANUAL DE LOS TOTALES MENSUALES DE LLUVIA
 Estación: Aeropuerto Camilo Daza



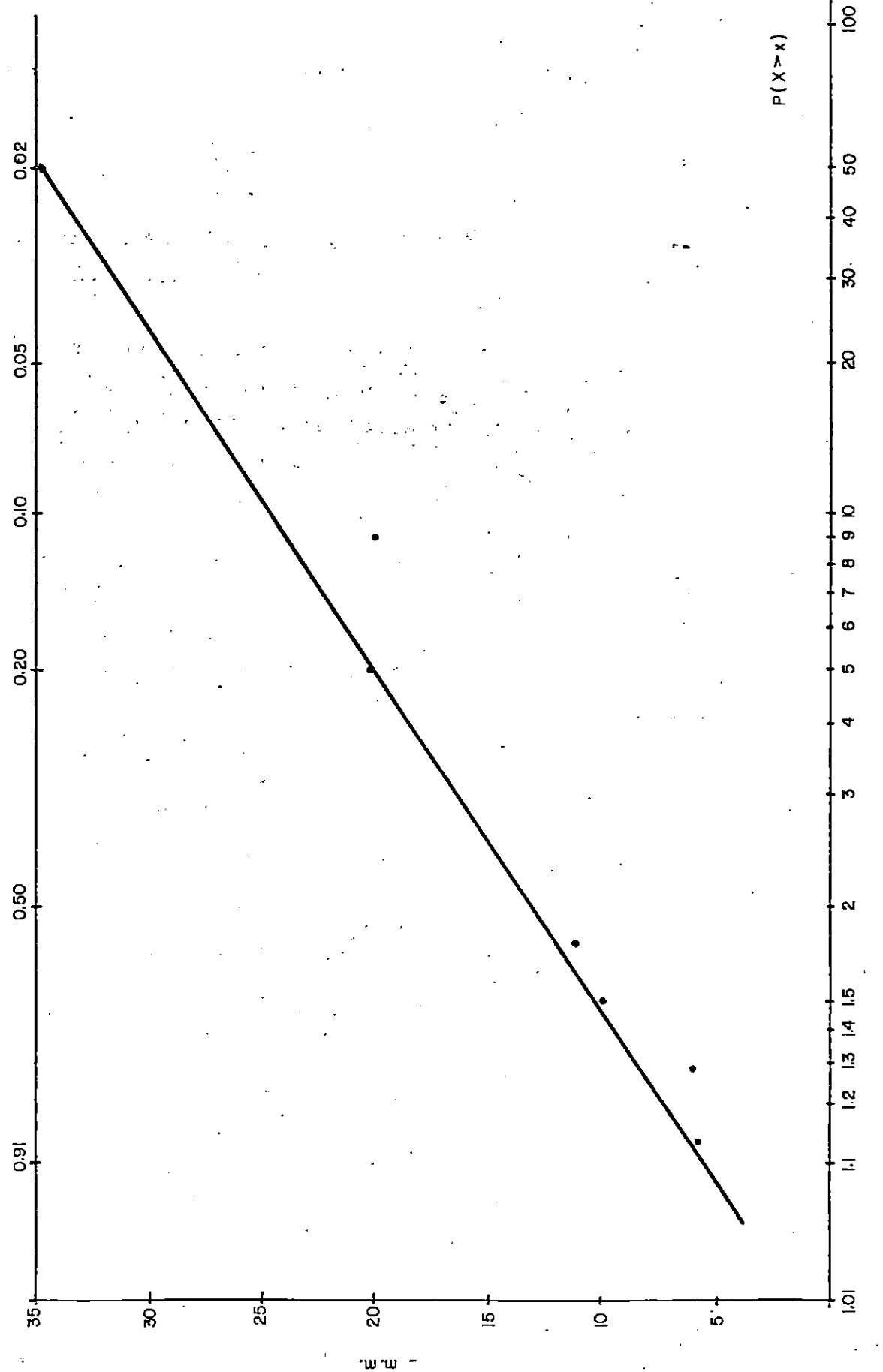
GRAFICA II. L-4 FUNCION PROBABILISTICA DEL MINIMO INTRANUAL DE LOS TOTALES MENSUALES DE LLUVIA CARMEN DE TONCHALA



 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA centrales eléctricas del norte de santander	C E N S	 SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	PROYECTO TERMOTASAJERO	APROBO:
				FECHA:

P (X>x)

GRAFICA II. L-5 FUNCION PROBABILISTICA DE LA MAXIMA LLUVIA EN 10 MINUTOS, CARMEN DE TONCHALA



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
centrales eléctricas del norte de Santander

USZTC



SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA

PROYECTO TERMOTASAJERO

APROBO:
FECHA:

1.6 RECOMENDACIONES SOBRE INSTRUMENTACION METEOROLOGICA.

Se recomienda solicitar a HIMAT la incorporación a la red meteorológica de una estación climatológica principal localizada en la vecindad del sitio del proyecto.

2. HIDROLOGÍA DEL RÍO ZULIA.

2.1 CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ZULIA.

El Río Zulia nace en cercanías del Cornal, Municipio de Silos, a unos 3.800 mts., s.n.d.m. en jurisdicción de Mutiscua; sigue rumbo al norte bajo el nombre de Río de la Plata; mas adelante toma la denominación de Río Cucutilla, luego de recibir el afluente del mismo nombre. En su confluencia con el Río Arboledas recibe el nombre de Zulia hasta su desembocadura en el Río Catatumbo, en territorio venezolano, a unos 40 m.s.n.d.m.

El área de la cuenca hasta la estación San Javier es de 1.470 Km², siendo la longitud del río de 79.9 Km con una pendiente promedio de 4.4%.

El plano II.L muestra el límite de la cuenca hidrográfica del Alto Río Zulia. Las formaciones vegetales de la cuenca son: en su parte más alta bosque muy húmedo montano bajo, seguido inmediatamente hacia abajo por bosque muy húmedo sub-tropical, bosque húmedo tropical y bosque húmedo sub-tropical. En consecuencia, la cobertura vegetal de la cuenca presenta un estado favorable a su rendimiento hidrico, característica que es indispensable conservar mediante un programa de manejo de la cuenca que garantice que por lo menos se mantenga el caudal mínimo estimado en este estudio.

2.2 ESTACIONES HIDROMETRICAS

Estación de San Javier: Esta estación se instaló en Julio de 1958 con el objeto de medir el caudal del río para su aprovechamiento en el sistema de riego del Valle del Zulia. Está localizada en el departamento de Norte de Santander, Municipio de Durania, a los 7°51' Norte y 72°38' al Oeste de Greenwich, sobre el río Zulia, unos 500 mts. agua arriba del puente Zulia o puente Pedro Nel Ospina en las ruinas de un puente colgante antiguo. La estación está dotada de limnógrafo, mira y una tarabita con vagoneta. Los aforos se efectúan con molinete.

El Plano II.1 muestra su localización geográfica con respecto al sitio del proyecto.

2.3 CAUDAL EN SAN JAVIER

2.3.1 Caudal máximo.

La función probabilística de Gumbel del máximo intranual de los caudales promedios diarios está representada por la gráfica II.h-1. Para un lapso medio de retorno de 100 años el caudal es de 2.000 M3/s.

Niveles máximos.

El caudal máximo a través de una sección puede relacionarse con el área de la sección por medio de la ecuación de Manning.

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2},$$

donde Q es el caudal que pasa por la sección de área A y R es el Radio hidráulico de dicha sección.

Para el cálculo se tomó la sección localizada 640 metros aguas abajo del Puente Zulia y con un nivel máximo que corresponde a la cota 256 de la topografía, con lo cual se protege el sitio del proyecto.

Los parámetros se estimaron como:

n = 0.100, A = 1.262 mts²., R = 2.904, S = 9.3 x 10

La probabilidad de excedencia en un año cualquiera de este caudal es de 0,002417 que corresponde a un lapso medio de retorno de 413,7 años. Para este caudal la sección 440 mts. aguas abajo de Puente Zulia presentará un nivel correspondiente aproximadamente a una cota 257.6 m.

La probabilidad de excedencia en 50 años es

$$1 - (1 - 0.002417)^{50} = 0.1139 = 11.4 \%$$

2.3.2 Caudal Mínimo.

La función probabilística de Gumbel del mínimo intranual de los caudales promedios diarios está representada por la gráfica II.h-2. La función probabilística de Weibull de la misma variable está representada por la gráfica II.h-3. Esta última muestra un mejor ajuste en el rango de valores más bajos y por lo tanto se prefiere a la primera. El caudal correspondiente a un lapso medio de retorno de 20 años es de 8.72 M3/s.

Profundidad Mínima

La profundidad del río en una sección puede relacionarse con el caudal a través de ella, usando la ecuación de Manning, con la cual puede llegarse al siguiente resultado aproximado:

$$y = \emptyset Q^{3/5}$$

donde y es la profundidad media del agua en la sección; Q es el caudal en M³/s, y

$$\emptyset = (n/(bS^{1/2}))^{3/5},$$

siendo b el ancho promedio de la sección del agua, S la pendiente (del lecho del río que se supone igual a la del nivel superficial del agua) y n el coeficiente de rugosidad de Manning

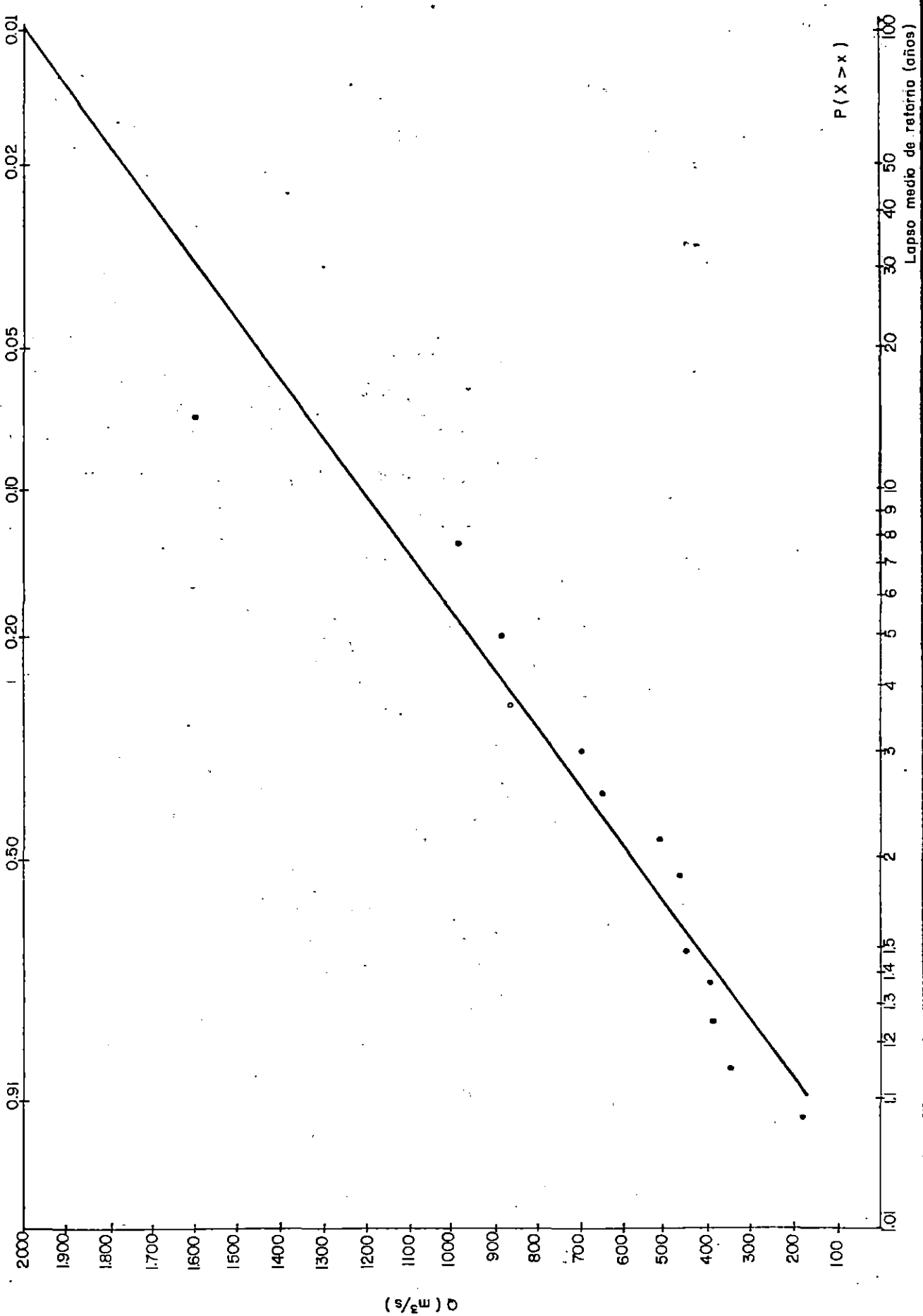
Para el cálculo se han estimado los siguientes parámetros: $n = 0.035$, $b = 35$ mts., $s = 9.3 \times 10^{-3}$ y $Q = 8.72$ M³/s; con estos valores la profundidad mínima para un lapso medio de retorno de 20 años se ha calculado aproximadamente en 0.24 mts.



El presente informe tiene como finalidad presentar los resultados de los cálculos realizados para la estimación de la función de probabilidad del máximo intranual de los caudales promedios diarios del río Zulia en San Javier.

Para ello se utilizó el método de los momentos, considerando los datos históricos de caudales diarios promedios del río Zulia en San Javier, obtenidos durante el periodo de 1961 a 1970.

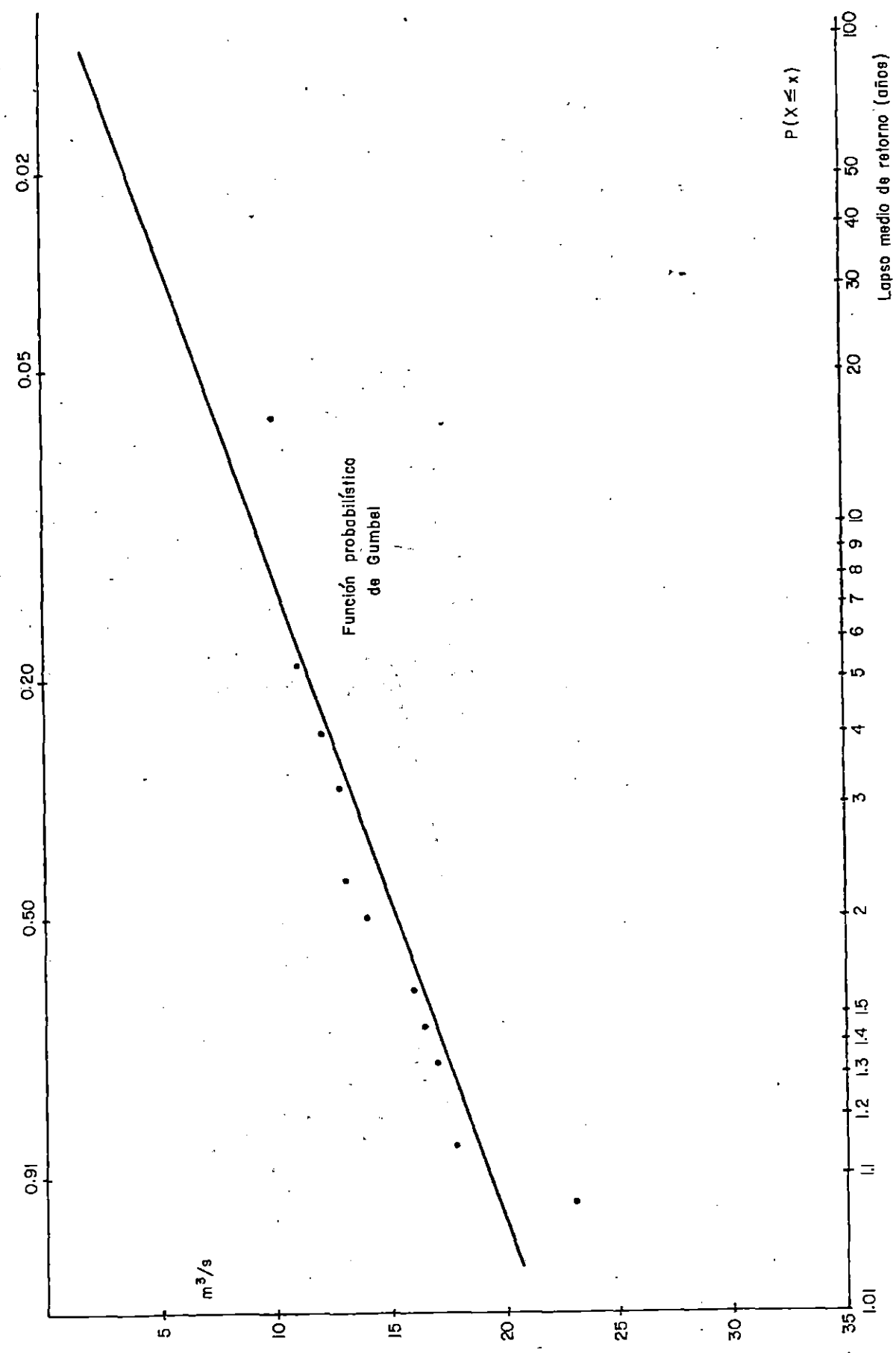
Los resultados de los cálculos se presentan en el presente informe, así como el gráfico correspondiente que muestra la función de probabilidad del máximo intranual de los caudales promedios diarios del río Zulia en San Javier.

GRAFICA II. h-1 FUNCION PROBABILISTICA DEL MAXIMO INTRANUAL DE LOS CAUDALES PROMEDIOS DIARIOS DEL RIO ZULIA EN SAN JAVIER

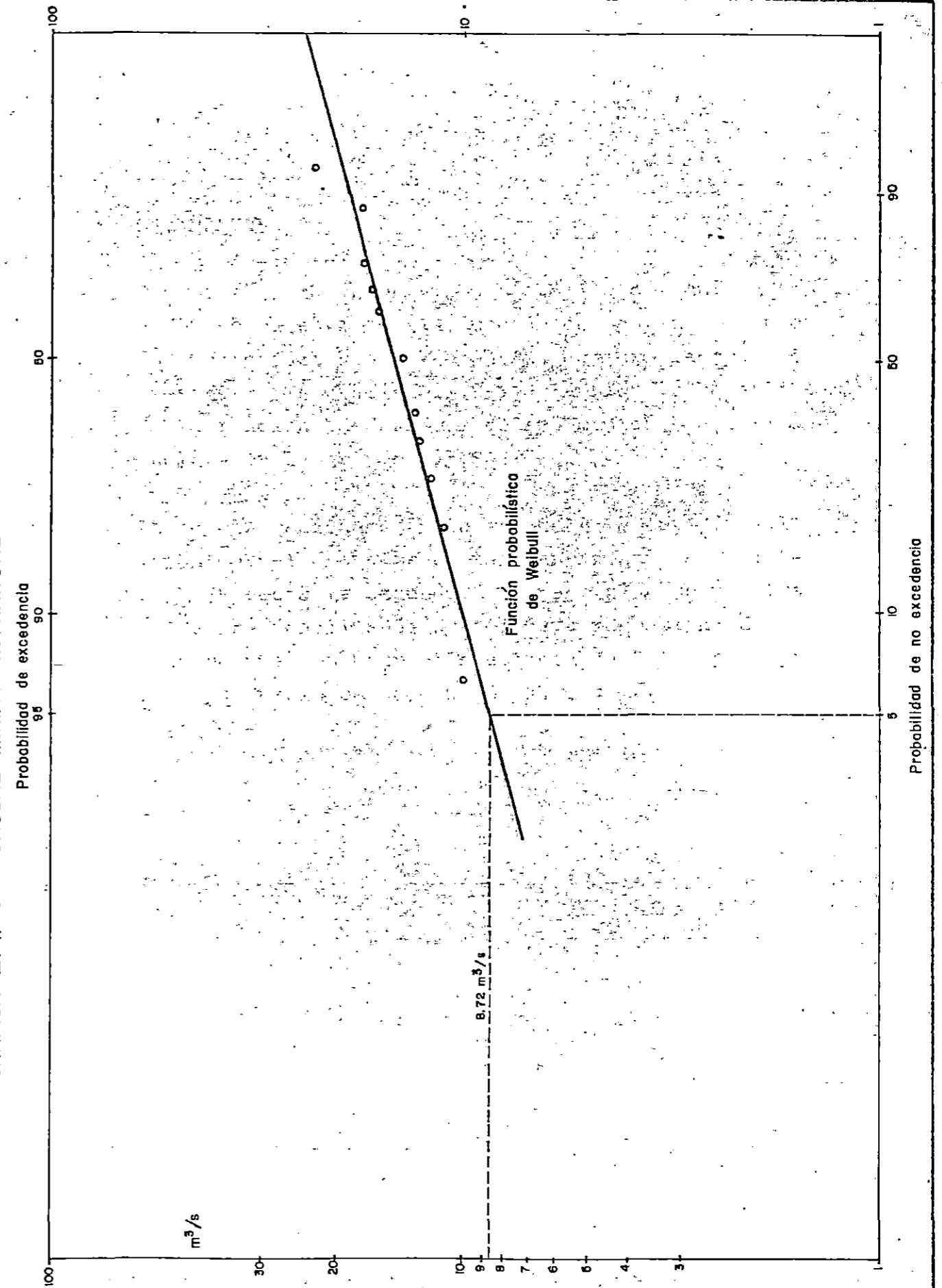


 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA centrales eléctricas del norte de santander	S N C	 SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA	PROYECTO TERMOTASAJERO	A PROBO:
				FECHA:

GRAFICA II. h-2 FUNCION PROBABILISTICA DEL MINIMO INTRANUAL DE LOS CAUDALES PROMEDIOS DIARIOS
RIO ZULIA - ESTACION SAN JAVIER



GRAFICA II. h-3 : CAUDAL MINIMO INTRANUAL



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
centrales eléctricas del norte de santander

SZMO



SOCIEDAD GENERAL DE CONSULTORIA LTDA

PROYECTO TERMOTASAJERO

A PROBO:

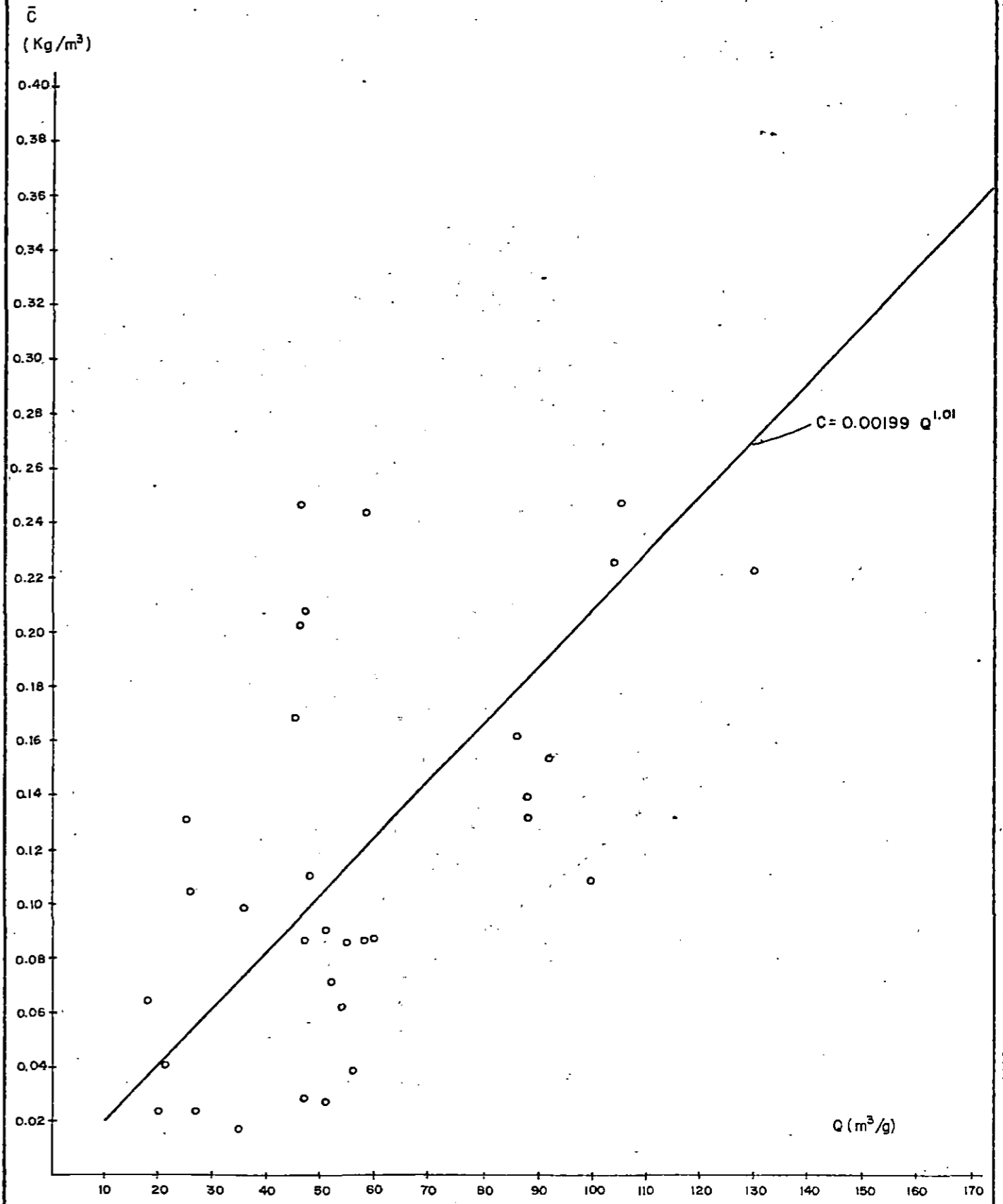
FECHA:

2.4 SEDIMENTOS

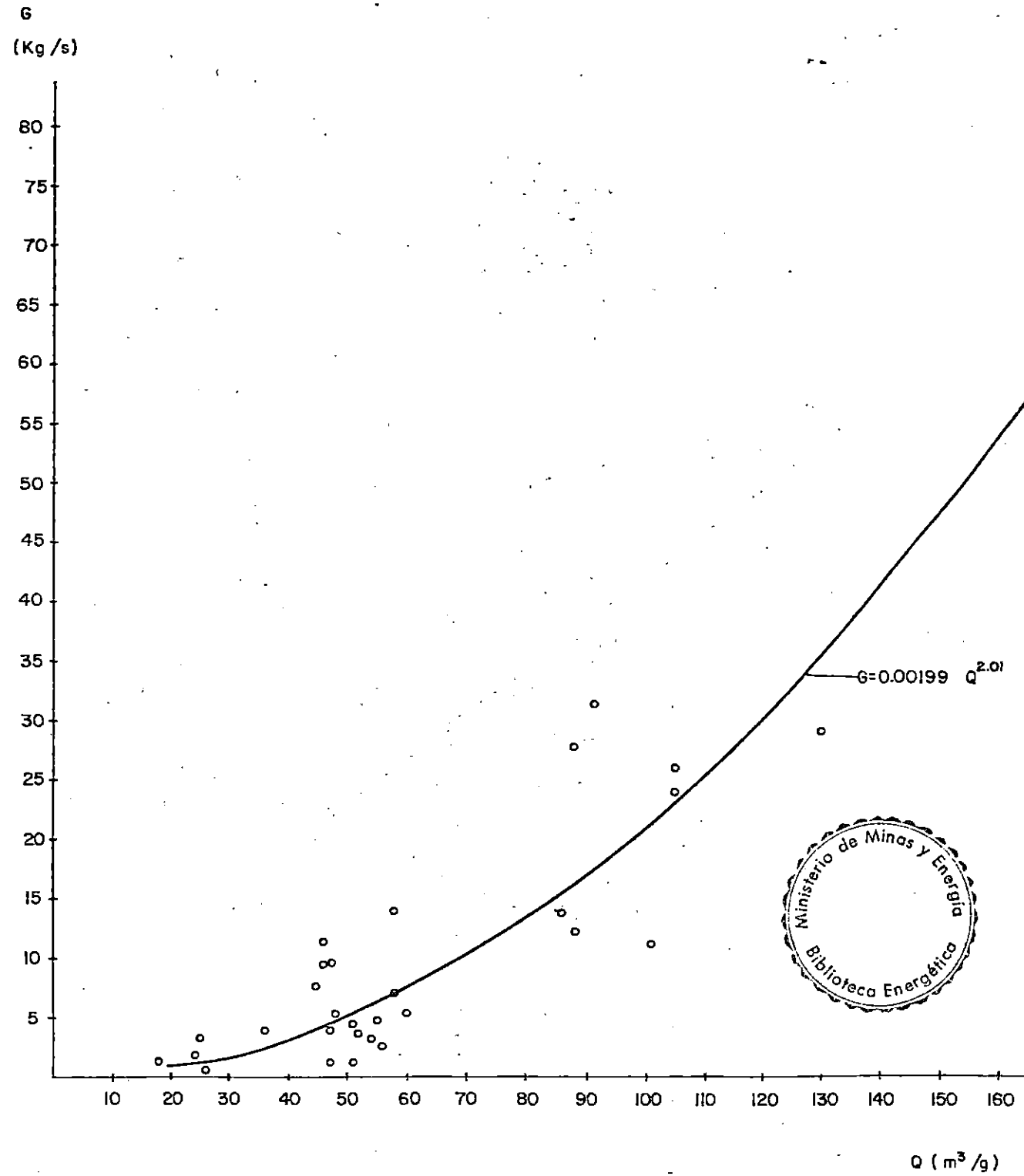
Con base en la información histórica disponible en HIMAT se ha estimado la función de concentración de sedimentos del Río Zulia en San Javier, la cual se muestra en la gráfica II.S-1. También se ha estimado la función de descarga de sedimentos, la cual se incluye en la gráfica II.S-2.

La concentración media integrada y la superficial están correlacionadas en tal manera que la primera es 1.34 veces la segunda. La regresión se muestra en la gráfica II.S-3; usando esta regresión se encuentra una concentración extrema de 3.13 Kg/M³ para un lapso medio de retorno de 20 años.

GRAFICA II S-1
 FUNCION DE CONCENTRACION DE SEDIMENTOS
 RIO ZULIA - ESTACION SAN JAVIER

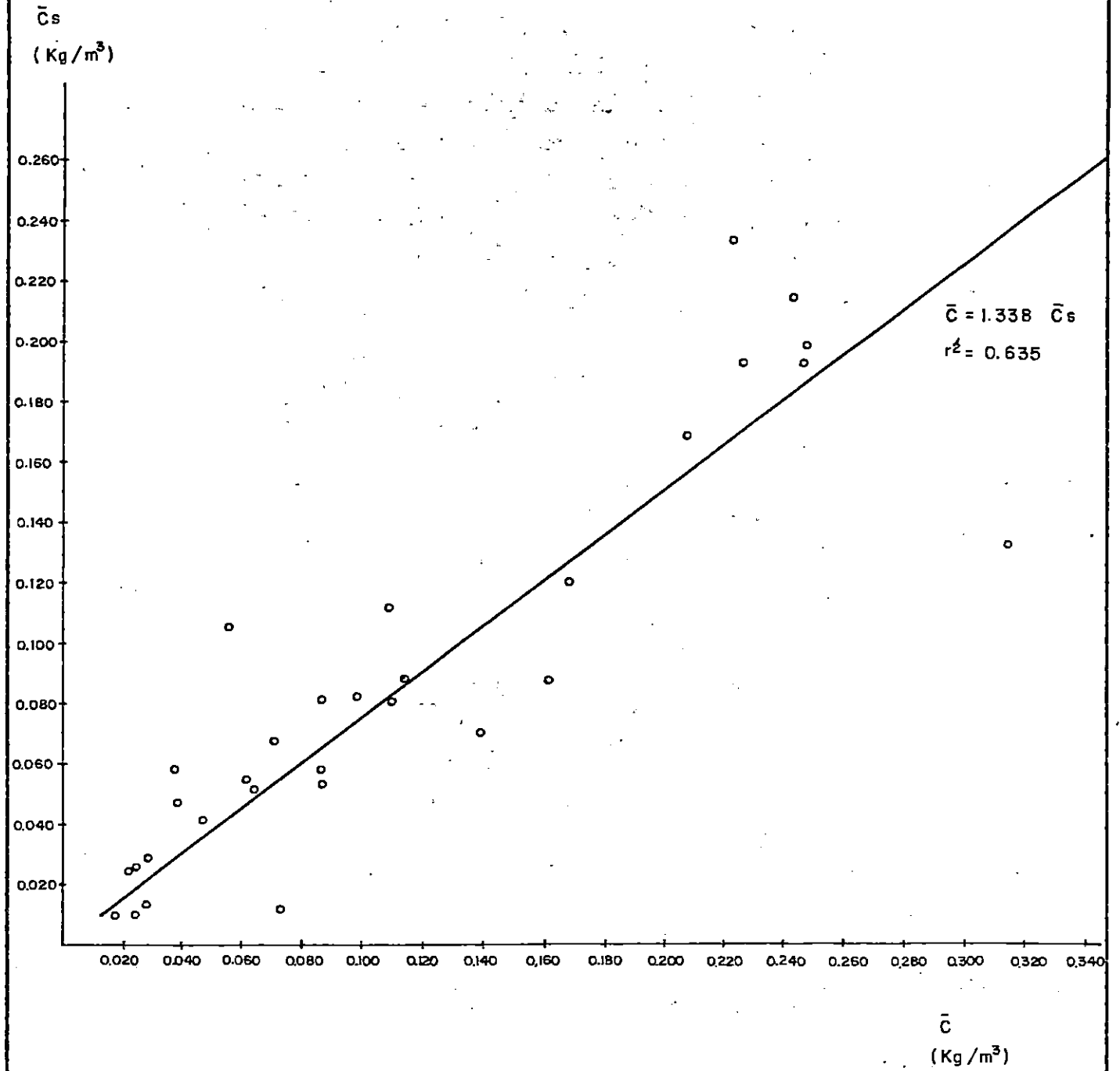


GRAFICA II. S-2
 FUNCION DE DESCARGA DE SEDIMENTOS
 RIO ZULIA - ESTACION SAN JAVIER



GRAFICA II S-3

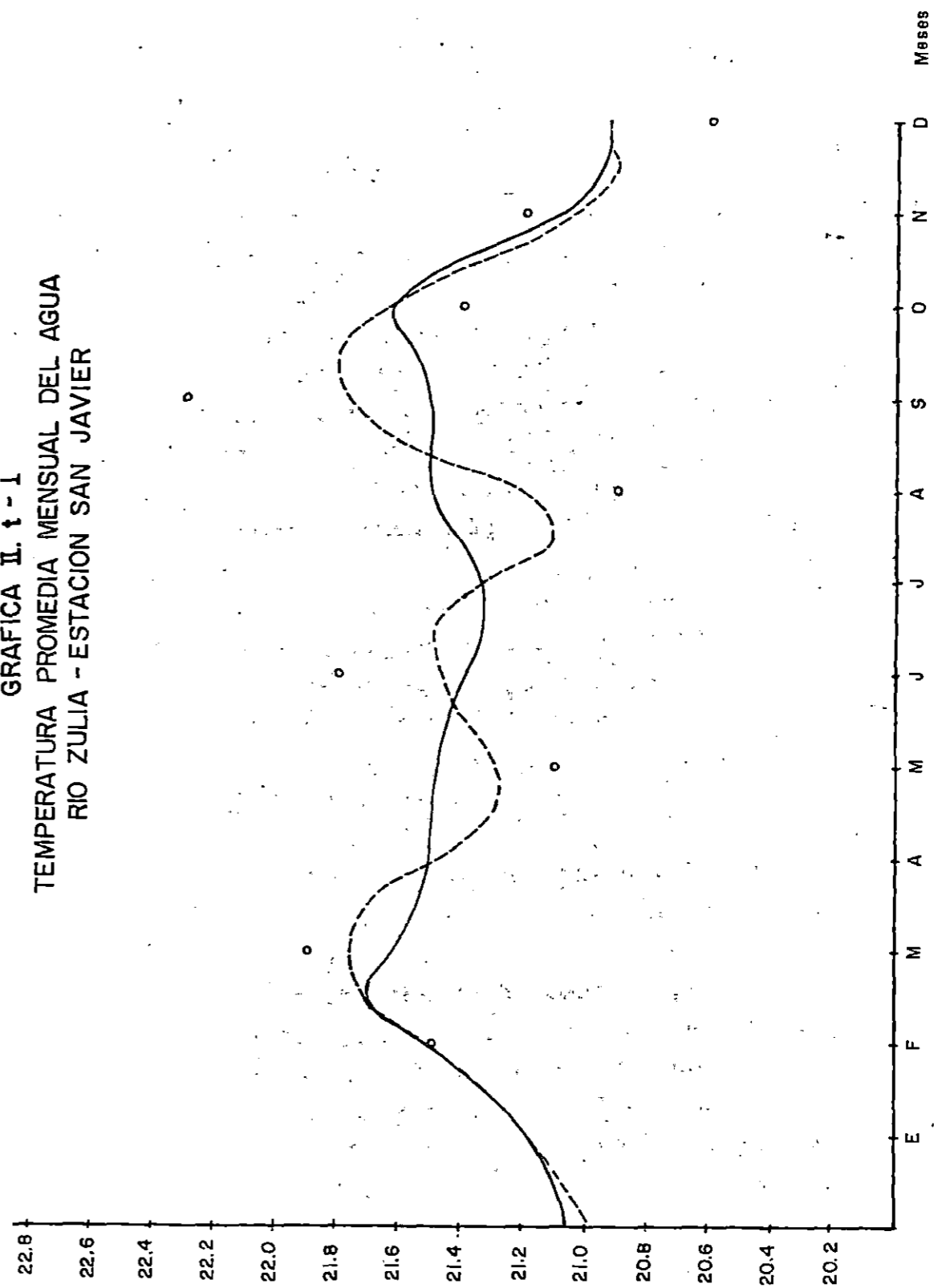
RELACION ENTRE CONCENTRACION MEDIA (\bar{c})
Y CONCENTRACION MEDIA SUPERFICIAL (\bar{c}_s)



2.5 TEMPERATURA DEL AGUA

La gráfica II.t-1 muestra las variaciones de la temperatura promedio mensual del agua del río Zulia en San Javier. El rango observado de variación va de un mínimo de 20.6°C en diciembre a un máximo de 22.3°C en septiembre, para temperaturas tomadas entre las 10:00 a.m. y las 3:00 p.m.. Los promedios móviles de dos y tres meses indican un pico en marzo y otro en septiembre y un mínimo en diciembre.

GRAFICA II. t - 1
 TEMPERATURA PROMEDIA MENSUAL DEL AGUA
 RIO ZULIA - ESTACION SAN JAVIER



--- Promedio móvil de dos meses
 — Promedio móvil de tres meses
 o Valor promedio mensual interanual



INSTITUTO COLOMBIANO
 DE ENERGIA ELECTRICA
 centrales eléctricas
 del norte de santander

C
 E
 N
 S



SOCIEDAD GENERAL
 DE CONSULTORIA LTDA

PROYECTO TERMOTASAJERO

APROBO:

FECHA:

2.6 PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DEL AGUA

Durante lapsos de caudales altos, la mayoría de los ríos exhiben sus características más favorables de calidad del agua desde el punto de vista químico; aunque el agua puede contener cantidades muy grandes de material en suspensión, las concentraciones de sustancias disueltas son bajas. Es así como se ha observado que la dureza disminuye con el caudal en una forma aproximadamente exponencial.

Los cationes predominantes en aguas fluviales son calcio, magnesio, sodio y potasio, generalmente en este orden. Algunos ríos tienen altas proporciones de sodio; el hierro y el manganeso no son generalmente importantes en la mayoría de las aguas fluviales.

Los cloritos, los sulfatos y los bicarbonatos son generalmente los aniones más concentrados en el agua fluvial. Algunas corrientes contienen algo de carbonatos y aún cantidades menores de hidróxidos. Las concentraciones de nitratos son usualmente pequeñas, excepto cuando drenan al río poluentes orgánicos. Pueden esperarse solamente cantidades menores de otros aniones en la mayoría de los ríos en sus condiciones naturales.

La temperatura del agua fluvial generalmente sigue el promedio de largo plazo de la temperatura del aire en el área. Las corrientes pandas de flujo rápido responden rápidamente a los cam-

bios en la temperatura del aire, mientras las corrientes profundas y lentas son menos afectadas.

Todos los ríos contienen diferentes cantidades de gases en solución; en ríos no contaminados por residuos demandantes de oxígeno la concentración de oxígeno disuelto estará cercana a la saturación.

El dióxido de carbono usualmente está presente en el agua fluvial, a menudo en concentraciones de 10 ppm o más; siendo un sub-producto del metabolismo de la vida acuática, su concentración generalmente varía a través del día. El sulfito de hidrógeno, el metano, el dióxido de azufre y el amoníaco usualmente no se encuentran en las aguas fluviales.

El pH del agua fluvial usualmente es 7 o ligeramente más alto, aunque pueden presentarse valores mucho más bajos. Valores de cinco o menores son típicos de ríos que drenan minas de carbón y áreas similares. Los ácidos orgánicos resultantes de la vegetación decadente también causan bajos valores de pH. El color en el agua fluvial está comúnmente bajo 50 p.p.m., con concentraciones más altas usualmente asociadas con drenaje de pantanos.

2.6.1 El agua para enfriamiento

La fuente de agua para enfriamiento puede ser subterránea o superficial, pero para los fines de este estudio solo interesa la última.

Dependiendo del sistema, se puede utilizar más o menos cantidad de agua; muchas veces es precisamente la cantidad de agua disponible la que determina el sistema de enfriamiento a emplear. Fundamentalmente, los sistemas que se utilizan para enfriamiento con agua son tres: 1) agua utilizada una sola vez y luego desechada, 2) agua utilizada una vez y luego usada para otros propósitos, y 3) agua utilizada muchas veces por recirculación.

El agua para enfriamiento utilizada una sola vez se toma generalmente de corrientes grandes y se devuelve a estas, o en algunos casos a otras, después de pasar una sola vez por el equipo que produce el calor; la cantidad de agua requerida es grande, lo que hace que rara vez sea económicamente factible alterar su calidad por tratamiento.

El agua para enfriamiento recirculado, usualmente, después de tomada, circula a través del sistema de enfriamiento, se enfría al pasar luego por una torre de enfriamiento, o tanque de rociado, y luego es recirculada. No requiere la cantidad de agua del caso anterior, y solo basta con reemplazar la que se requiere por pérdidas, que usualmente se menos del 10% del agua recirculada.

2.6.2 Requisitos y especificaciones de calidad del agua para enfriamiento.

Los requisitos de calidad del agua dependen del sistema de enfriamiento que se vaya a utilizar.

El agua que se usa una sola vez no necesita ser de tan buena calidad como la utilizada en sistemas recirculados. Estos requieren agua de mejor calidad, puesto que las concentraciones de sólidos disueltos aumentan y deben controlarse.

Los problemas más importantes ocasionados por impurezas presentes en el agua, que afectan su utilidad para fines de enfriamiento son: las incrustaciones, los depósitos de corrosión, los sedimentos, la materia orgánica y la formación de babazas.

El principal componente para la formación de incrustaciones en los sistemas de enfriamiento es el carbonato de calcio, formado por la descomposición de bicarbonato de calcio, en carbonato de calcio, dióxido de carbono y agua. El Índice de Langelier, o índice de saturación de carbonato, es el valor predictivo de la tendencia del agua de enfriamiento a la formación de incrustaciones. Para calcularlo basta conocer la alcalinidad al anaranjado de metilo, la dureza en calcio,

los sólidos totales, el valor del pH y la temperatura a la cual va a ser elevada el agua.

La mas común forma de corrosión en conductos de metal ferroso, es la corrosión por oxígeno disuelto, causada por el oxígeno contenido en el aire disuelto. Esta forma de corrosión es generalmente acelerada por bajos valores del pH, y en aguas de baja alcalinidad y alto contenido de dióxido de carbono libre el ataque es mucho mas rápido que en el caso de aguas con alta alcalinidad y bajo contenido de dióxido de carbono libre. El ataque es generalmente acelerado por incrementos en temperatura.

Las aguas turbias contienen también sedimentos gruesos y finos suspendidos que son objetables en la mayoría de los sistemas de enfriamiento. Estos son especialmente objetables cuando se alojan en superficies de intercambio de calor. Tales materiales cuando se acompañan de babazas bacteriales y de productos corrosivos causan una marcada pérdida de eficiencia de enfriamiento y un ataque corrosivo acelerado, tanto en metales ferrosos como no ferrosos. Bacterias de hierro y manganeso, popularmente conocidos como cenótrix, pueden llegar a ser excesivamente problemáticas en aguas de enfriamiento con contenido de hierro y/o manganeso, ya que forman masas quebradizas que sueltas pueden ocasionar el bloqueo del paso.

Yerbas y barro son otros organismos dañinos de cuidado en los sistemas de enfriamiento. Algunos de los organismos forman depósitos compactos que pueden ser problemáticos.

Las especificaciones para aguas de enfriamiento varían con las diferentes clases de agua para varias aplicaciones industriales.

De acuerdo a los posibles problemas que se vieron anteriormente, el agua no debe formar aisladores de calor, incrustaciones u otros depósitos, no debe ser corrosiva o contener sustancias que ayuden a la corrosión, ni formar escamas, ni promover el crecimiento de babazas, bajo condiciones de uso o de re-uso.

En cuanto a especificaciones más exactas, se incluyen en el Cuadro II.C-1.

2.6.3 Muestreos y resultados.

Para el estudio de los análisis físico-químicos del agua, se tuvieron en cuenta dos muestreos. El primero, se hizo el 28 de noviembre de 1978, para cuatro secciones sobre el Río Zulia, y una sobre el Río Peralonso un poco antes de su confluencia con aquel, tomando una muestra de 1 litro por sección. El segundo se efectuó el 15 de enero de 1979, para las mismas cinco secciones,

muestras con contenido de un litro, pero en algunos casos mas de una muestra por sección, con el fin de estudiar la posible diferencia entre puntos de estas.

Las secciones en las cuales se tomaron muestras, corresponden a: Puente Zulia sobre el Río Zulia, una muestra en noviembre y una muestra en enero; San Cayetano, puente "La Hamaca" sobre el Río Zulia, una en noviembre y una en enero; Las Tortugas, puente sobre el Río Peralonso, una en noviembre y dos en enero; represa del Incora, antes del vertedero, una en noviembre y una en enero; aguas abajo del vertedero, una en noviembre y tres en enero.

Los análisis físico-químicos, llevados a cabo por el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras "INGEOMINAS" se anexan a este informe. Se observan valores que oscilan, para las diferentes características, entre el 2% y el 13% del valor límite máximo de las especificaciones de la ASTM, lo cual da un margen bastante amplio.

Las diferencias que se presentan entre las muestras tomadas en noviembre y las tomadas en enero, pueden explicarse por la diferencia de caudal del Río entre un momento y el otro.

Por otra parte, el cálculo del Índice de Langelier, nos indica que se trata de un agua que se puede clasificar aproximadamente como químicamente balanceada para efectos de enfriamiento, es decir, que no presenta una tendencia marcada a la formación de incrustaciones, ni a la corrosión.

De otra parte, la concentración de sedimentos en suspensión para un lapso medio de retorno de 20 años es de 3.134 mg/lt.; por lo tanto, estaría dentro de las especificaciones, que permiten una concentración hasta de 5.000 mg/lt; sin embargo, cuando el agua del río sea tomada en época de caudales mínimos, se puede presentar arrastre de sedimentos de fondo; por consiguiente sería conveniente el diseño de una estructura de sedimentación.

2.6.4 Conclusiones y recomendaciones

- a) Para un sistema de enfriamiento con una sola utilización del agua, el agua del Río Zulia es apta en su estado natural y por lo tanto no requiere ningún tratamiento químico previo.
- b) Para un sistema de enfriamiento por recirculación de agua, el agua del Río Zulia no es apta en su estado natural, ya que no cumple las especificaciones; luego requeriría un tratamiento físico-químico previo.

c) En caso de una posible ampliación futura de la planta, dado que el caudal del río no sería suficiente para emplear un sistema de enfriamiento con una sola utilización del agua, y que por lo tanto, debería ser utilizado un sistema de enfriamiento por recirculación, sería conveniente hacer un estudio más profundo, tomando muestras en las distintas épocas del año, con el fin de determinar exactamente las concentraciones críticas, así como las que se presentarían en los diferentes ciclos, para establecer el tratamiento previo que debe darse al agua.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICO-MINERAS

" I N F O R M E S "

CUADRO No. II.C.2

Subdirección Investigaciones Químicas

Oficinas No. /
 Bogotá, diciembre 11 del 1978 /

Muestra No. 6311 al 6312
 Procedencia La India Ma
 Remitente COMPAÑIA GENERAL DE CONSULTORIAS
 At: González Arango
 Dirección Calle 72 # 12-77 Tel. 2555305
 Trabajo solicitado Resol. 260/78 Ingenierías
 Muestra referencia Boleta 2098 noviembre 29/78

RESULTADO DEL ANALISIS

Muestra No. 6311 6312 6313 6314 6315
 Su referencia No.1 Puente Zulia No.2 Zulia Sas No.3 Refresca del No.4 Refresca del No.5 Rio Peralloneo
 Viejo (arriba) Cayetano (sasm Incora (abajo) Incora (abajo) Incora (abajo) Las Tortugas

Turbiedad en SiO ₂	2.50	7.50	12.50	12.50	17.00	mg/l
pH potenciométrico a 20°C.....	7.90	8.00	8.00	8.10	8.00	
Conductividad específica a 25°C.....	117.80	119.58	131.23	130.09	130.09	micro mhos/cm.
Pureza Total E.D.T.A. en CaCO ₃	54.25	51.89	54.25	63.68	66.04	mg/l
Alcalinidad al la Fenolftaleína.....	Negativa	5.00	5.00	5.00	5.00	
Alcalinidad al Anaranjado de Metilo en CaCO ₃	50.00	30.00	30.00	45.00	45.00	
Carbonatos.....	Negativo	6.00	6.00	6.00	6.00	
Bicarbonatos en HCO ₃	60.99	36.74	36.59	54.89	54.89	
Cloruros en Cl.....	14.20	14.50	17.75	11.20	14.20	
Sulfatos en SO ₄	3.00	2.11	2.00	3.00	3.00	
Nitratos en NO ₃	2.80	2.11	1.50	2.00	3.50	
Hierro en solución en Fe.....	0.60	0.4	0.30	0.25	0.72	
Hierro en suspensión en Fe (por diferencia)	0.10	0.1	0.14	0.14	0.00	
Calcio en Ca.....	0.50	0.3	0.16	0.11	0.72	
Magnesio en Mg.....	15.09	15.7	15.05	18.94	20.00	
Fósforo en P.....	3.96	2.8	2.91	3.92	3.85	
Amonio en N.....	Menor de 0.05	0.3	0.05	0.05	0.05	
Sodio en Na.....	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Óxido en Be.....	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	



CUADRO No. II.C.2 (cont)

Oficin No. 1111

Muestras Nos.	Agua	611	612	613	614	615
Sólidos totales (evaporación a 105°C).....	56.44	102.00	100.00	53.00	53.00	mg/l
Sólidos en solución (evaporación a 105°C).....	46.00	97.00	62.00	58.00	58.00	"
Sólidos en suspensión (por diferencia)	12.00	5.00	38.00	25.00	25.00	"
Relación de Adsorción de Sodio R.A.S.	0.30	0.31	0.27	0.21	0.21	C/S
Clasificación para irrigación	1 B ₁	1 S ₁	1 S ₁	1 S ₁	1 S ₁	C/S
BALANCE CATIONICO-ANIONICO						
<u>CATIONES mg/l.</u>						
Ca	0.0036	0.0039	0.0050	0.0050	0.0050	0.0000
Mg	0.7530	0.7879	0.7530	0.9451	0.9451	0.9980
Na	0.3257	0.2451	0.3393	0.3224	0.3224	0.3166
K	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036
N	0.0259	0.0259	0.0259	0.0259	0.0259	0.0259
Na	0.2174	0.2174	0.2174	0.2174	0.2174	0.1739
T O T A L	1.3292	1.2838	1.2442	1.5194	1.5194	1.5180
<u>ANIONES mg/l.</u>						
HCO ₃	0.9997	0.4067	0.5997	0.8997	0.8997	0.8997
CO ₃	0.0000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000
Cl	0.4004	0.4004	0.5006	0.4004	0.4004	0.4004
SO ₄	0.0625	0.0416	0.0416	0.0625	0.0625	0.0625
NO ₃	0.0452	0.0371	0.0242	0.0323	0.0323	0.0565
T O T A L	1.5078	1.2638	1.3661	1.5949	1.5949	1.6191

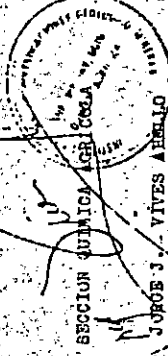
NOTAS.-

Las muestras analizadas son químicamente imotables ya sea por su dureza (límite 5 mg/l), o por su contenido de hierro (límite 0.30 mg/l).

En cuanto a su dureza se clasifican como aguas semiduras.

Para irrigación se clasifican en el grupo C₁ B₁ de bajo peligro de salinización y bajo peligro de acidificación para los suelos.

Ejecutado por: Dra. Ma. Cristina Ríos Hernández



/abb.-

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS
" I F O E O V I N A S "

CUADRO No. II.C-3

Subdirección Investigaciones Sulfoneas
Oficio No. 60.086
Bogotá, D.E., enero 30 de 1979

Muestras Nos. : O4 al O11 Aguas
Procedencia : Corrientes indicadas
Recolector : JAIMÉ BALDARRIAGA
Dirección : Calle 7B # 9-37 Tel. 485641
Trabajo solicitado : Reun. 260/78 Impeminas
Muestra referencia : Boleta O4 enero 16/79

RESULTADO DEL ANALISIS

Muestras No. Su referencia	No. 01 Zulia	No. 02 Zulia	No. 03 Zulia	No. 04 Zulia	No. 05 Zulia	No. 06 Zulia	No. 07 Zulia	No. 08 Parabuso	No. 09 Parabuso	No. 06 Feralbuso	No. 07 Zulia	O11 Zulia	No. 08 Zulia
Turbiedad en SiO ₂	2.00	2.00	2.50	2.50	2.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.50	2.00	2.00
PE potenciométrico a 20° C	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.10	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20
Conductividad específica a 25° C	222.42	203.04	188.50	178.22	231.24	183.05	178.90	183.05	183.05	178.90	178.90	174.10	174.10
Dureza Total E.D.T.A. en CaCO ₃	97.08	87.37	77.75	74.99	99.50	80.54	75.23	80.54	80.54	75.23	75.23	72.81	72.81
Alcalinidad a la Fenolftaleína	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Alcalinidad al Antrazofido de Metilo en CaCO ₃	90.23	80.72	72.85	68.73	84.69	70.10	68.26	70.10	70.10	68.26	68.26	66.32	66.32
Carbonatos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos en HCO ₃	110.08	98.48	88.88	83.86	103.32	85.52	83.28	85.52	85.52	83.28	83.28	80.91	80.91
Cloruros en Cl	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18
Sulfatos en SO ₄	0.60	0.50	0.60	0.60	10.00	0.60	0.50	0.60	0.60	0.50	0.50	0.50	0.50
Nitratos en NO ₃	0.00	0.20	1.00	0.50	0.25	1.00	0.50	1.00	1.00	0.50	0.50	0.00	0.00
Hierro total en Fe	0.40	0.40	0.39	0.35	0.70	0.20	0.10	0.20	0.20	0.10	0.10	0.45	0.45
Hierro en solución en Fe	0.10	0.10	0.12	0.12	0.18	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.10	0.12	0.12
Hierro en suspensión en Fe (por diferencia)	0.30	0.30	0.27	0.23	0.52	0.08	0.00	0.08	0.08	0.00	0.00	0.33	0.33
Calcio en Ca	22.22	26.66	31.10	30.00	34.44	32.22	23.32	32.22	32.22	23.32	23.32	22.22	22.22
Magnesio en Mg	9.96	4.97	0.00	0.00	3.21	0.00	4.05	0.00	0.00	4.05	4.05	4.14	4.14
Manganeso en Mn	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05	- 0.05
Potasio en K	0.80	0.80	0.82	0.82	2.04	0.80	0.72	0.80	0.80	0.72	0.72	0.72	0.72
Sodio en Na	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	4.00	6.00	4.00	4.00	6.00	6.00	6.00	6.00

Represa : Represa
Incora (abajo) : Represa
Orilla Izq. : Orilla Der.

Represa : Represa
Incora (abajo) : Represa
Orilla Izq. : Orilla Der.

Represa : Represa
Incora (abajo) : Represa
Orilla Izq. : Orilla Der.

Represa : Represa
Incora (abajo) : Represa
Orilla Izq. : Orilla Der.

Represa : Represa
Incora (abajo) : Represa
Orilla Izq. : Orilla Der.

Represa : Represa
Incora (abajo) : Represa
Orilla Izq. : Orilla Der.

Represa : Represa
Incora (abajo) : Represa
Orilla Izq. : Orilla Der.

Represa : Represa
Incora (abajo) : Represa
Orilla Izq. : Orilla Der.

Represa : Represa
Incora (abajo) : Represa
Orilla Izq. : Orilla Der.

Represa : Represa
Incora (abajo) : Represa
Orilla Izq. : Orilla Der.

CUADRO No. II.C.3 (Continuación)

- 2 -

Oficio No. 000088C

Muestras Nos. Su referencia	04 No. 01 Zulia	05 No. 02 Zulia	06 No. 03 Zulia	07 No. 04 Zulia	08 No. 05 Paraleman	09 No. 06 Ferrolense	010 No. 07 Zulia	011 No. 08 Zulia
Sólidos totales (evaporación a 105°C)	169.00	152.00	155.00	137.00	167.00	160.00	136.00	129.00
Sólidos en solución (evaporación a 105°C)	163.00	150.00	143.00	136.00	166.00	138.00	131.00	127.00
Sólidos en suspensión (por diferencia)	6.00	2.00	12.00	1.00	1.00	22.00	5.00	2.00
Relación de Adsorción de Sodio R.A.S.	0.26	0.28	0.34	0.30	0.26	0.21	0.30	0.30
Clasificación para irrigación	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁

E A L A N C E C A T I O N I C C - A N I O X I G O

CATIONES MEQ/lit.

Fe	0.0036	0.0036	0.0043	0.0043	0.0064	0.0043	0.0036	0.0043
Ca	1.1087	1.3303	1.5518	1.4970	1.7185	1.6077	1.1636	1.1087
Mg	0.8191	0.4087	0.0000	0.0000	0.2639	0.0000	0.3330	0.3404
Na	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036
K	0.0204	0.0204	0.0209	0.0209	0.0521	0.0204	0.0184	0.0184
Ba	0.2608	0.2608	0.3043	0.2608	0.2608	0.1939	0.2608	0.2608
TOTAL	2.2162	2.0274	1.8849	1.7866	2.3053	1.8299	1.7830	1.7362

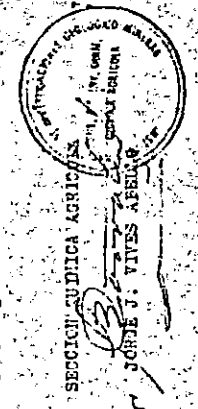
ANIONES MEQ/lit.

HCO ₃	1.8040	1.6140	1.4566	1.3744	1.6933	1.4016	1.3648	1.3260
Cl	0.3998	0.3998	0.3998	0.3998	0.3998	0.3998	0.3998	0.3998
SO ₄	0.0124	0.0104	0.0124	0.0124	0.2082	0.0124	0.0104	0.0104
NO ₃	0.0000	0.0032	0.0161	0.0080	0.0040	0.0161	0.0080	0.0000
TOTAL	2.2162	2.0274	1.8849	1.7866	2.3053	1.8299	1.7830	1.7362

NOTAS: Las muestras son químicamente potables; en relación a su dureza clasifican como aguas blandas. Para irrigación corresponden al grupo C₁ S₁ de bajo riesgo de salinidad y bajo riesgo de sodificación.

Elaborado por: Dr. Eudel Francisco Corrales.

/abb.-



Proyecto termotasajero/primer Informe de factibilidad, hidrología y meteorología / Instituto Colombiano de Energía Eléctrica.

333.7932 1597p v.2 Ej.1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA

PRESTADOR

FECHA

Proyecto termotasajero/primer informe de factibilidad, hidrología y meteorología /Instituto Colombiano de Energía Eléctrica.

333.7932 1597p v.2 Ej.1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA

PRESTADO A

FECHA