

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
GUATEMALA C. A.

INVESTIGACION DE DEMANDAS DE AGUA EN  
SAN AGUSTIN ACASAGUASTLAN, EL PROGRESO

TESIS

Presentada a la Junta Directiva de la

Facultad de Ingeniería

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

por

OSCAR ENRIQUE CASADO AGUILAR

Al conferírsele el título de

INGENIERO CIVIL

Guatemala, Agosto de 1969.

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGAL  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
08  
T(73)

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano:	Ing. Amando Vides T.
Vocal Primero:	Ing. Marco Antonio Cuevas
Vocal Segundo:	Ing. Francisco Ubieta B.
Vocal Tercero:	Ing. Adolfo Behrens
Vocal Cuarto:	Br. Alfredo Bonatti
Vocal Quinto:	Br. Eliseo Osorio
Secretario:	Ing. Héctor Centeno B.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Amando Vides T.
Vocal Segundo:	Ing. Francisco Ubieta B.
Examinador:	Ing. Enrique Castañeda R.
Examinador:	Ing. Alfredo Hermes I.
Secretario:	Ing. Jorge Luis Lazo M.

DEDICO ESTE ACTO:

A mis Padres

A mi Esposa

A mis hijos

A mis hermanos

A La Facultad de Ingeniería

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:

Cumpliendo con lo establecido por la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración mi trabajo de tesis titulado

INVESTIGACION DE DEMANDAS DE AGUA EN  
SAN AGUSTIN ACASAGUASTLAN, EL PROGRESO.

Tema que me fue asignado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería.



EL PRESENTE TRABAJO SE EFECTUO DENTRO DEL PROGRAMA  
"INVESTIGACION DE DEMANDAS DE AGUA"  
QUE DESARROLLA LA  
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERIA SANITARIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
AGOSTO DE 1969, GUATEMALA, C. A.

## C O N T E N I D O

	Página
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I: DESCRIPCION DE LA POBLACION.....	3
CAPITULO II: ESTUDIO DE LA POBLACION.....	6
CAPITULO III: DESCRIPCION DEL ACUEDUCTO.....	18
CAPITULO IV: ANALISIS DE DEMANDAS.....	22
CONCLUSIONES.....	29
REFERENCIAS.....	30
APENDICE: GRAFICOS Y PLANOS.....	31

## INDICE DE GRAFICOS

Número	Descripción
1	Densidad de Población
2 al 31	Variaciones de la demanda en porcentaje respecto al promedio de las seis de la mañana del día en mención a las seis de la mañana del día siguiente.
32	Variaciones horarias del consumo de agua durante el día promedio.
33	Variaciones del promedio diario durante el mes de marzo de 1969.
34	Variaciones en el Promedio Mensual de la demanda domiciliar y precipitación en el período analizado.
35	Histograma de consumos domiciliarios.
36	Distribución de frecuencias acumuladas de consumo domiciliarios.
37	Crecimiento de población



## INTRODUCCION

El agua es imprescindible para el mantenimiento de la vida, tanto animal como vegetal y casi en su totalidad nuestro cuerpo es agua. El agua implica cambio y el cambio, significa vida.

Los usos que a la misma se le dan son múltiples, pero considerando el orden de importancia y las prioridades de aprovechamiento, es indudable que el uso para consumo humano es el más importante y es al que tenemos que darle énfasis pues de él depende la salud y bienestar del género humano.

Para hacer llegar este elemento a los lugares o puntos de consumo, la técnica ha encontrado soluciones que dependen de las necesidades de las poblaciones, las fuentes de abastecimiento y de las capacidades económicas de las mismas, siendo esta última a la que hay que ponerle gran atención, puesto que los recursos económicos por lo general sino son muy limitados son prácticamente nulos. Es por la razón apuntada, que al diseñar un sistema no sólo hay que pensar en solucionar el problema, sino hacerlo de la manera más económica, técnicamente bien concebido y que sea práctico tanto en su construcción, como en su operación y mantenimiento.

En el diseño de un sistema de abastecimiento de agua, cada elemento de que consta el sistema se diseña tomando en cuenta el consumo promedio por persona por día y las condiciones más críticas en lo que al consumo se refiere; en ambos casos los valores que se asumen actualmente son basados en experiencias o estimaciones que se han hecho para otros países o lugares, suponiendo que las condiciones y características del conglomerado son semejantes.

El objeto de este trabajo es una contribución a la investigación de demandas de agua, para tratar de predecir que en una población de Guatemala que tiene las características que se indican, se consume un caudal determinado por habitante por día y que el factor de máxima



demanda para un período determinado, es aproximadamente igual al encontrado en la población estudiada.

Es una gran economía la que se logra en un diseño cuando el factor de incertidumbre se reduce al mínimo y se tiene criterio suficiente para sugerir variantes.

Este tema es interesante y deben esforzarse las autoridades sanitarias para investigar en nuestro país, cuáles son los parámetros más importantes que nos definan los valores mencionados.

## CAPITULO I

### DESCRIPCION DE LA POBLACION

San Agustín Acasaguastlán es municipio del Departamento de El Progreso. Está situado a 91 kilómetros al norte del parque central de la Ciudad de Guatemala, de los cuales 88 kilómetros son sobre carretera pavimentada (Ruta al Atlántico) y el resto, sobre carretera de tierra que puede ser transitable en cualquier época del año. Corresponde a la vertiente del Atlántico y se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 275 metros, su topografía general es accidentada y quebrada, el trazo de sus calles y avenidas es irregular.

Es posible que el establecimiento de esta población se deba a la presencia de una fuente de abastecimiento de agua, el río Hato, que es relativamente caudaloso y desciende de la Sierra de las Minas, de él depende el abastecimiento de agua, la electricidad y el agua necesaria para los cultivos

#### El Clima

Debido a su posición geográfica y por las propias características topográficas de la región, la humedad que pudiera llegar de los vientos húmedos del Atlántico, es atrapada por la Sierra de las Minas, dando lugar a que en esta región exista un clima seco.

La temperatura promedio durante el año oscila entre 21.8 grados centígrados en enero y 27.0 grados centígrados en el mes de abril, es decir, que la variación de la temperatura media es del orden de 5 grados.

La temperatura máxima se registra en el mes de abril, habiendo llegado hasta los 37.5 grados centígrados. La variación entre las temperaturas máximas durante el año son del orden de los 7 grados, pues la menor ocurrida en octubre es de 30.7 grados centígrados.

Es interesante hacer notar que en promedio la temperatura mínima llega a ser aproximadamente la temperatura media para la ciudad de Guatemala.

La precipitación media en 25 años, registrada en la Estación El Rancho, en el municipio de San Agustín Acasaguastlán es de 582.8 milímetros, con 48 días de lluvia. La precipitación máxima ha ocurrido durante el mes de junio y la precipitación mínima durante el mes de enero, es decir, durante todos los meses del año llueve marcándose prácticamente seis meses de invierno comprendidos de mayo a octubre.

Podemos observar que aunque en el mes de Junio ocurre la precipitación máxima mensual, el número de días de lluvia en ese mes no corresponde al máximo, esto nos hace pensar que durante este mes llueve con mucha intensidad.

Hay otro término de comparación interesante, el promedio en lluvia total anual para la Ciudad de Guatemala es de 1265.1 milímetros con 120 días de lluvia, en un período de 32 años y el promedio en 25 años de observación de la estación El Rancho es de 582.8 milímetros anuales con 48 días de lluvia.

En el cuadro adjunto se muestra los principales elementos climatológicos de la región de San Agustín Acasaguastlán, del departamento de El Progreso.



PRINCIPALES ELEMENTOS CLIMATOLOGICOS DE LA REGION DE SAN AGUSTIN ACASAGUASTLAN, DEP. DE EL PROGRESO

TEMPERATURA MEDIA *												(Grado Centígrado)
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	MED.
21.8	24.0	25.9	27.0	26.1	24.4	23.7	24.3	24.2	23.2	23.1	22.4	24.1
TEMPERATURA MAXIMA *												(Grado Centígrado)
33.6	34.6	37.0	37.5	35.3	33.5	30.9	32.3	31.5	30.7	31.7	30.8	33.3
TEMPERATURA MINIMA *												(Grado Centígrado)
16.5	18.1	18.8	20.8	21.2	21.4	21.3	21.6	21.8	19.0	18.9	16.7	19.6
HUMEDAD RELATIVA * (media)												(Por ciento)
66	66	64	65	69	74	76	69	72	70	69	71	67
PRECIPITACION **												(Milímetros)
1.4	1.6	2.3	12.9	86.2	132.9	79.6	50.8	126.0	77.1	9.9	2.0	582.8
FRECUENCIA ** (Días de Lluvia)												
1	1	1	1	5	10	7	5	11	7	1	1	48

\* En la Región (deducidos en el Observatorio Nacional Meteorológico, por don José Vassaux)

\*\* Estación El Rancho, Depto. El Progreso (25 años de record, de referencia 5)

OBSERVATORIO NACIONAL  
Guatemala, C. A.



## CAPITULO II

### ESTUDIO DE POBLACION

Para conocer las características propias de una población, es necesario, además de las encuestas y las investigaciones ordinarias encaminadas a obtener la información requerida para los fines perseguidos, conocer las tradiciones, costumbres, hábitos, actividades y fenómenos particulares que le dan un carácter definido.

Es necesario, sin embargo, tener claro cual es el fin perseguido y el grado de exactitud necesario para poder hacer uso de la información lo más eficientemente posible dentro de los límites prácticos que la investigación lo requiera.

En el presente trabajo el fin está definido y el grado de exactitud fue considerado para que las variables a tomar en cuenta, fueran de fácil acceso para obtenerlas en forma directa o indirecta.

El factor más importante por estudiar y que incide directamente en la demanda de agua es el demográfico, pues no cabe ninguna duda que a mayor población, mayor demanda de agua. Hay otros factores que también influyen pero que hasta ahora no se tiene conocimiento en que proporción, estos son: el clima, el standard de vida, el ingreso por persona, carácter étnico; además de la eficiencia del sistema, dentro de lo que se podría mencionar si el servicio es continuo, presiones en la red de distribución, servicios públicos, fugas, pérdidas, conexiones no contadorizadas, porcentaje de servicios con medidor, así como del sistema de disposición de las aguas servidas.

Para poder relacionar las condiciones actuales de la población con los consumos de agua se hizo un censo de población, vivienda y servicios, que se llevó a cabo del 7 al 17 de mayo de 1969. Se hizo un muestreo de la población, pero se cree que da información suficiente para definir las características propias de San Agustín Acasaguastlán.

El censo se llevó a cabo gracias a la colaboración del Centro de Salud de El Progreso, que proporcionó y delegó a dos Inspectores Sanitarios, que distrajeron tiempo de sus programas ordinarios para poder ayudar en este trabajo. Debido a esta limitación fue que únicamente se hizo un muestreo.

Los resultados se muestran a continuación:

MANZANAS ENCUESTADAS	46
Casas encuestadas	469
Casas deshabitadas	62
Casas cerradas	3
Casas en construcción	3
Total de casas	537

1. POBLACION

1.1 Edades

Menores de un año	51	2.3%
de 1 a 4 años	274	12.4%
de 5 a 7 años	241	10.9%
de 8 a 15 años	482	21.8%
adultos	1162	52.6%
Total	2210	100.0%

1.2 Sexo

Masculino	1093	49.4%
Femenino	1117	50.6%
Total	2210	100.0%

1.3	Ocupación de varones que trabajan		
	Agricultores	449	86%
	Obreros	20	4%
	Artesanos	23	4%
	Otros	30	6%
	Total	522	100%
1.4	Lugar de nacimiento (Jefe de familia)		
	Del lugar	420	90%
	Otro	49	10%
	Total	469	100%
1.5	Carácter Etnico (de unidad familiar)		
	Ladino	203	43%
	Indígena	266	57%
	Total	469	100%
2.	<u>VIVIENDA</u>		
2.1	Regimen de Propiedad		
	Propia	415	89%
	Alquilada	54	11%
	Total	469	100%
2.2	Uso		
	Residencial	432	92%
	Comercial	4	1%
	Residencial y Comercial	20	4%
	Residencial e Industrial	3	1%



	Residencial y otros	10	2%
	Total	469	100%
2.3	Tipo de Construcción		
2.3.1	Paredes		
	Bajareque	184	37%
	Caña	97	19%
	Adobe	216	43%
	Otros	7	1%
	Total	504	100%
2.3.2	Piso		
	Tierra	347	69%
	Ladrillo de barro	94	19%
	Ladrillo de cemento	63	12%
	Total	504	100%
2.3.3	Techo		
	Palma	357	70%
	Teja	119	24%
	Lámina zinc	24	5%
	Otros	4	1%
	Total	504	100%
2.4	Estado de la Construcción		
	Buena	48	10%
	Regular	127	25%
	Malo	329	65%
	Total	504	100%



2.6	Dormitorios	1.22 por vivienda
2.7	Otra edificación en el interior	0.88 por vivienda
2.8	Frente promedio de la propiedad	21 metros

3. SERVICIOS

3.1	Agua		
	Municipal	202	41%
	Acarreada	297	59%
	Total de viviendas	504	100%

Opinión de los usuarios respecto al costo de servicio:

	Servicio caro	117	58%
	Servicio barato	47	23%
	Servicio normal	38	19%
	Total de servicios	202	100%

	Acarreada		
	Del vecino	34	11%
	Del río	199	67 %
	Del rebalse tanque distribución	64	22%
	Total	297	100%

3.1	Distancia promedio de acarreo	1.5 cuabras
	Lavan ropa	
	En casa	179 36%
	En rebalse tanque distribución	11 2%
	En el río	306 62%
	Total	496 100%

3.2	Drenajes		
3.2.1	Lugar de disposición		
	A flor de tierra	474	95%
	Drenaje sanitario	25	5%
	Total de viviendas	499	100%
3.2.2.	Artefactos Sanitarios		
	Inodoros	50	10%
	Excusados con pozo ciego	40	8%
	Excusado lavable	17	3%
	Otros (aire libre)	389	79%
	Total viviendas	496	100%
	Pilas	96	19%
	baños	32	7%
	Lavamanos	22	4%
3.3	Electricidad		
	Sí tienen	150	30%
	No tienen	346	70%
	Total de viviendas	496	100%
3.4	Basura		
	Disposición libre	488	100%
4.	<u>EDUCACION</u>		
	Leen y escriben	877	53%
	No leen y escriben	767	47%
	Total de personas	1644	100%

5.	<u>RELIGION</u>		
	Católica	453	97%
	Evangélica	16	3%
	Total de familias	469	100%
6.	<u>ANIMALES DOMESTICOS</u>		
	Aves	282	60%
	Cerdos	253	54%
	Vacas	40	9%
	Caballos	79	17%
	Perros	149	32%
	Gatos	32	7%
7.	<u>O T R O S</u>		
	Refrigeradoras	16	3%
	Radios	103	21%
	Planchas	45	9%

Llama la atención el hecho de que apenas el 2.3% de la población corresponde a niños menores de un año y que más del 52% corresponde a personas mayores de 15 años y adultos. Los sexos están más o menos equilibrados.

El 86% de varones que trabajan son agricultores. Estos agricultores en su mayoría se dedican al cultivo de fruta tropical, como zapotes, mangos, cocos, chicos, mamey, utilizando el río Hato como fuente de agua. Parece que los árboles frutales fueron llevados de otros lugares, especialmente el mango que hay en gran variedad.

El 90% de los jefes de familia, son nacidos en el lugar y el 10% han llegado de otras poblaciones; la mayoría de inmigrantes han llegado de los departamentos de Zacapa y El Progreso.



El porcentaje de no ladinos de 57%, parece muy alto, pues en 1950 fue de 2% y el 0.93% para el departamento de El Progreso, según datos proporcionados por la Dirección General de Estadística y es una zona donde no hay inmigración de indígenas. Además, si la mayoría han llegado de lugares circunvecinos, es de esperar que el porcentaje de indígenas actuales pueda ser igual o menor que el de 1950. Por consiguiente, es probable que la mayoría de la población son ladinos y es mayor de 95%. Esta falla se debió probablemente a que las personas que hicieron la encuesta tuvieron una apreciación diferente para clasificar el carácter étnico de la persona, pues pusieron la respuesta por su apreciación personal.

El 53% de la población, leen y escriben, el que al compararlo con el porcentaje total de la República de Guatemala, es un porcentaje elevado.

Respecto a la religión, la mayoría, el 97% son católicos y el resto evangélicos.

El estado de la vivienda se puede decir que es malo y la construcción es a base de materiales fáciles de conseguir en el propio lugar y que se adaptan al clima, tales como paredes de adobe en su mayoría, el 43%; piso de tierra, 69%; techo de palma el 70%.

La energía eléctrica con que cuenta actualmente la población, es proporcionada por la Municipalidad que tiene una planta hidroeléctrica instalada como a cuatro kilómetros al norte del pueblo, y que es accionada por derivación que se hace del Río Hato. La planta es de 22.4 kilovatios y su funcionamiento es irregular.

Las tarifas de energía eléctrica que se pagan actualmente son las siguientes:

- Q 0.30 al mes, por una lámpara de 20 watts
- Q 0.40 al mes, por una lámpara de 25 watts
- Q 0.60 al mes, por una lámpara de 50 watts
- Q 0.75 al mes, por una lámpara de 75 watts
- Q 1.00 al mes, por una lámpara de 100 watts.



Instituciones: Municipalidad, Escuelas, Mercado, Rastro, Iglesia Católica, Iglesia Evangélica, Oficina de Telecomunicaciones.

La densidad de población, en un proyecto de abastecimiento de agua, es uno de los valores que frecuentemente no se conocen en los diferentes sectores de la población y es necesario conocer para que al diseñar la red de distribución de un proyecto, se pueda tener buen juicio para escoger el caudal necesario que requiere una zona o cantón determinado. Es indudable que es otro elemento de juicio que puede ayudar a hacer más eficiente y económico cada uno de los circuitos que componen la red de distribución. Es por las razones apuntadas por lo que resulta de utilidad tener algunos valores de densidad de población, que aunque pertenecen con toda certeza a una población estudiada, podrían utilizarse en otra que tuviera características semejantes.

La densidad es mayor en el centro de la población o en el sector más antiguo. Pero saber la relación en que va disminuyendo la densidad hacia las afueras, es una relación que es muy difícil de definir y que sólo con tener muchos estudios de este tipo, talvez se podría encontrar alguna relación razonable, para un tipo de población que reúna ciertas características topográficas, de servicios, actividades y grado de desarrollo, etc.

En el presente trabajo, se presenta un plano de densidad de población, que se obtuvo de la encuesta directa, (Ver plano Densidad de Población), con el objeto de tratar de obtener alguna información que con un estudio más acucioso y comparándolo con otros, podría obtenerse una relación densidad-distancia del centro del pueblo o con una vía de acceso o cualquier otra forma de comparación.

La encuesta fue planeada y se llevó a cabo con el propósito de poder conocer e identificar cada manzana y cantón. Como quedó ya dicho, la parte del pueblo encuestada se dividió en 46 manzanas y 7 cantones, de los cuales se presenta a continuación un resumen de

los datos más importantes respecto a densidad de población en cada uno de ellos.

DENSIDAD DE POBLACION POR CANTONES

CANTON	Población (Habitantes)	Areas (Hectáreas)	Densidad Hab/Ha.
Río Hato	255	3.57	71
Centro	298	3.94	76
San Sebastián	690	22.91	30
El Tamarindo	693	14.86	47
San Juan	536	10.66	50
T O T A L	2473		

Como se puede notar el total de población, consignado al final del cuadro, no es igual que el total encuestado. Esto se debe a que corresponde al total de vivienda que hay dentro del área que se consideró. El total de habitantes fue deducido de los valores parciales correspondientes que se obtuvieron de habitantes por unidad familiar.

El área se midió con planímetro en un plano con escala 1:2000, plano que hubo que actualizar y que originalmente fue elaborado por Saneamiento Ambiental de la Dirección General de Sanidad Pública.

Los cantones de Agua Hiel y Guaytán, que son los más extensos en área, no se investigaron pero se pudo comprobar que la distribución de viviendas y densidad es muy similar a las manzanas altas de San Sebastián, por lo que se asumió que la densidad de estos dos cantones es igual a los de la parte alta de San Sebastián. El total de la población, servirá más adelante para compararlo con los otros resultados que den los métodos teóricos para cálculo de población.



Se dijo anteriormente, que se trata de identificar las características actuales de la población, con el fin de poder relacionarlas con lo que incide o pueda incidir en las demandas de agua. Se ha dicho también, que uno de los factores más importantes es el de la población, en lo que respecta a su cantidad y para diseño la tendencia que puede seguir el crecimiento.

Para el cálculo de la población urbana actual, se utilizó como punto de partida los datos proporcionados por la Dirección General de Estadística de los censos de 1950 y 1964 por considerarlo como los más confiables. Los resultados obtenidos por los métodos de incremento aritmético e incremento geométrico (interés compuesto), donde la tasa de interés anual, se toma como tasa de crecimiento anual de población, se compararán con el resultado asumido con base de la encuesta de mayo de 1969.

Población Urbana de 1950	2548 habitantes
Población Urbana de 1964	3131 habitantes
Período Intercensal	14 años
a) Incremento aritmético	3342 habitantes
b) Incremento Geométrico (1.5%)	3370 habitantes
c) Resultado de la Encuesta	
Densidad para la parte alta de San Sebastián	15 Hab./Ha.
Area Guaytán más Agua Hiel	65 Has.
Población de Agua Hiel más Guaytán	975 Habitantes *

\* no encuestados, deducidos de los datos y observaciones de campo.



Población total para 1969	3487 Habitantes
Para fines de este estudio, se tomará como población actual: mayo 1969	3400 Habitantes

R E S U M E N :

Población actual, mayo 1969	3400 Habitantes
Personas por unidad familiar	4.7 personas *
Promedio de personas por hectárea	28 personas
Número de familias	723 familias

\* Obtenido de la encuesta.

### CAPITULO III

#### DESCRIPCION DEL ACUEDUCTO

##### Del Sistema

El proyecto de Introducción de Agua a la población de San Agustín Acasaguastlán, fue elaborado por el Departamento de Acueductos y Alcantarillados, Dirección General de Obras Públicas en el año de 1962.

La construcción fue hecha por la Dirección General de Obras Públicas y financiada en el 70% por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el 30% como aporte del gobierno de la República, en carácter no recuperable, Préstamo No.21 TF-GU, administrado por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM). Es un proyecto por gravedad, la fuente de abastecimiento son galerías filtrantes que son captadas por medio de una caja de mampostería. La conducción es por medio de 5,300 metros de tubería de 6" H.F. y 100 metros de 4" H.F., con capacidad para 8.85 litros por segundo. Tiene un tanque de distribución compuesto por dos unidades con capacidad de 250 m<sup>3</sup> cada una, construídas de mampostería en la parte más alta de la ciudad.

La red de distribución está compuesta de tubería de 20 m. de 6" H.F., 917 m. de 4" H.F., 2100 m. de 3" H.F., 2895 m. de 2" H.F. y 1910 m. de 1 ½" H.G.

Se proyectó para 427 conexiones domiciliarias que corresponden al 70% del número de viviendas al final del período de diseño.

El único tratamiento que se recomendó usar es el de desinfección simple. Las bases de Diseño utilizadas por Obras Públicas fueron las siguientes:

Período de diseño	25 años
Población actual (1962)	3054 habitantes
Población al final del período de diseño (1987)	3663 habitantes

Número de viviendas actual (1962)	509 viviendas
Número de viviendas futuras	611 viviendas
Conexiones domiciliarias	427 (70% de 611)
Dotación 200 litros/habitante/día	
Consumo promedio diario	764,600 litros
Caudal promedio	8.85 litros/seg.
Factor de demanda máxima	2

#### Administración del Sistema

##### Personal

El sistema de abastecimiento de Agua Potable de la población de San Agustín Acasaguastlán, está administrado por la Municipalidad de acuerdo con el Reglamento elaborado para el efecto por el INFOM.

Para cada conexión domiciliar la Municipalidad debe llevar un control sobre fecha de conexión, consumo mensual, excesos, fecha de cada pago, etc.

El personal que labora en la administración del sistema es el siguiente: un Tesorero Municipal que percibe el 2% de los ingresos en concepto de consumo de agua; un Ayudante de Tesorero con sueldo mensual de Q 50.00 y un fontanero con sueldo mensual de Q 55.00.

##### Tarifas

De acuerdo con el contrato suscrito entre el INFOM y la Municipalidad, se establecieron las siguientes tasas para el servicio de agua potable:

- Por derecho de suscripción que corresponde a un servicio de 30,000 litros por mes. (Ver cuadro adjunto).
- Pago de otro servicio adicional de 30,000 litros por mes, que puede ser datado a un medidor ya instalado. (Ver cuadro adjunto).



	a		b	
Pago al contado	Q. 90.00		Q. 65.00	
Pago a Plazos	Pago mensual	Total	Pago mensual	Total
12 meses (1 año)	Q 7.88	Q 94.56	Q 5.69	Q 68.28
24 meses (2 años)	4.13	99.12	2.98	71.52
36 meses (3 años)	2.88	103.68	2.08	74.88
48 meses (4 años)	2.25	108.00	1.63	78.24
60 meses (5 años)	1.88	112.80	1.36	81.60
72 meses (6 años)	1.63	117.36	1.18	84.96
84 meses (7 años)	1.45	121.80	1.05	88.00
96 meses (8 años)	1.31	125.76	0.95	91.20
108 meses (9 años)	1.21	130.68	0.88	95.04
120 meses (10 años)	1.13	135.60	0.82	98.40

c) El canon mensual o sea el pago que da derecho al suscriptor a consumir un máximo de 30,000 litros en un mes, es de Q0.75.

b) El suscriptor paga a la Municipalidad Q0.10 por cada 1,000 litros o fracción de esta cantidad que excedan a los 30,000 litros que se tiene derecho en un mes.

La Municipalidad paga mensualmente al fondo por servicio de agua potable Q.4.00 por pila pública y Q0.05 por cada 1,000 litros o fracción de exceso. Por toda reconexión se paga Q.1.00.

Las multas por infracción al Reglamento las impone el Alcalde en su caracter de Juez de Asuntos Municipales.

### Operativos

Esta población tiene un servicio de agua potable muy bueno, tiene cantidad suficiente, buena calidad y buenas presiones en la red de distribución.

Debido a las características propias de la fuente de abastecimiento, que son galerías filtrantes, el único tratamiento requerido es el de desinfección simple.

Se puede decir que en la operación del sistema no hay intervención de personal para dar un buen servicio a la población. El caudal requerido actualmente para la población durante el período de máximo consumo es menor que el entregado por la tubería de conducción y por consiguiente, hay desperdicio de agua que sale por el tubo de rebalse del tanque de distribución, formándose prácticamente un río que lo utilizan algunos vecinos que viven en la orilla del formado por este rebalse.

Hasta el mes de Abril de 1969, se habían instalado 299 conexiones domiciliarias que dan servicio al 41% de la población.



## CAPITULO IV

### ANALISIS DE DEMANDAS

La finalidad del suministro de agua a esta población es para uso doméstico, ya que no hay industrias, comercios, edificios públicos, riego y limpieza de calles ni protección contra incendios que requieran gran cantidad de agua.

El uso de agua para consumo de animales domésticos tampoco tiene gran importancia.

Para el análisis de demandas, el estudio se dividió en dos partes: demandas en la red y demandas domiciliarias.

#### Demandas en la red de distribución

El objetivo es determinar la demanda promedio en la red, el factor de máximo consumo horario y el factor de día máximo.

Para determinar estas demandas, se instaló un medidor de 2", marca Badger de disco de nutación, que fue proporcionado e instalado por la Sección de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Instituto de Fomento Municipal.

El medidor se instaló a la salida del tanque de distribución sobre la línea de distribución de 4" H.F.

Del 28 de febrero al 31 de marzo de 1969, se tomaron lecturas del gasto acumulado en el medidor, con un intervalo de quince minutos, de las seis de la mañana a las seis de la tarde. Se adoptó el intervalo de quince minutos y el período de doce horas indicado durante el día, para obtener la demanda promedio máxima de quince minutos, por no contar con un sistema gráfico, que diera el máximo instantáneo. Aunque el máximo instantáneo puede llegar a ser tan grande como la capacidad máxima de la línea de distribución existente. Se hicieron lecturas sólo durante el día por considerar que los valores que interesan desde el punto de



vista de diseño son los máximos y estos, con toda seguridad, ocurren durante el día, en una población donde no hay ninguna actividad nocturna.

Durante la semana comprendida del 17 al 23 de marzo, se tomaron lecturas durante las veinticuatro horas, para conocer como varía el consumo durante la noche. Esta investigación se hizo en uno de los meses más secos del año, por lo que los resultados y conclusiones a que se llegue son representativas de este mes y este año, aunque se trató de reducirlo todo a porcentajes para tener valores relativos. Para tener un grado de aproximación mayor debe ser continuarse el estudio durante todo el año, por varios años. El medidor quedó instalado y se siguen tomando lecturas al final de cada mes.

En las gráficas de la 2 a la 31, se muestran las variaciones de la demanda en porcentajes respecto al promedio de las seis de la mañana del día en mención, a las seis de la mañana del día siguiente. El valor máximo registrado corresponde al máximo de quince minutos, se registró el día lunes 25 de marzo, a las 9:45 horas y fue de 386 por ciento. El mínimo de quince minutos se registró el día viernes 21 de marzo, a las 21:45 horas y fue de 1 por ciento.

El cálculo de la demanda promedio diaria, se hizo en base a la diferencia de volúmenes acumulados entre el 1o. de marzo a las seis de la mañana y el 31 de marzo a la misma hora. El promedio general diario en el mes de marzo, fue de 4.2 litros por segundo.

#### CALCULO DEL PROMEDIO DIARIO

1o. de marzo, 6 de la mañana	488.80 m <sup>3</sup>
31 de marzo, 6 de la mañana	11368.30 m <sup>3</sup>
Diferencia	10879.50 m <sup>3</sup>
Promedio diario	4.2 Ltos./seg.

El valor de la hora máxima promedio en por ciento se obtuvo relacionando el promedio de cada hora, con el promedio horario de 15.12 metros cúbicos por hora, equivalente a 4.2

litros por segundo. El valor de hora máxima promedio resultó ser de 188 por ciento y la hora de máximo consumo entre las 9 y las 10 horas. El valor de hora mínima promedio resultó ser de 28 por ciento y la hora de mínimo consumo entre las 2 y 3 horas. (Ver gráfica 32).

El valor de día máximo en por ciento se obtuvo relacionando el promedio de cada día, con el promedio del mes. El día máximo resultó ser de 151 por ciento y correspondió al día miércoles 5 de marzo. (Ver gráfica 33).

#### Demandas domiciliarias

El análisis de demandas domiciliarias comprende desde el mes de enero de 1965 hasta abril de 1969 inclusive. Período durante el cual se instalaron 299 conexiones domiciliarias.

La Municipalidad de San Agustín Acasaguastlán proporcionó los datos de consumo mensual de cada uno de los usuarios durante todos los meses del período indicado. Ya reunida toda esta información, se procesaron los datos en la computadora IBM-1620 de la Facultad de Ingeniería, conforme un programa en FORTRAN preparado en la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria por los Ingenieros Roberto Martínez y Otoniel Samayoa, para cálculos estadísticos del programa de investigación de demandas de agua. A continuación se presentan los resultados obtenidos:



RESULTADOS SEGUN EL PROGRAMA PARA INVESTIGACION  
DE DEMANDAS DE AGUA

PREPARADO POR: Ings. Roberto Martínez y Otoniel Samayoa.

POBLACION : San Agustín Acasaguastlán, El Progreso.

COL.	N	PROMEDIO	VARIANCIA	DESV. STD.	MAX.	MIN.	REF.
	10479.	20.9091	119.8564	10.9478	99.	1.	
1	985.	22.5857	130.3567	11.4173	99.	1.	
2	927.	22.4228	134.9246	11.6157	98.	1.	
3	1023.	24.6050	144.1119	12.0046	94.	1.	
4	1046.	22.5898	125.3904	11.1977	96.	1.	
5	811.	21.8483	101.7510	10.0871	92.	1.	
6	801.	18.5056	90.7077	9.5240	76.	1.	
7	800.	20.3687	107.1667	10.3521	88.	1.	
8	795.	21.4867	109.2677	10.4531	98.	1.	
9	803.	17.9414	107.9005	10.3875	92.	1.	
10	821.	15.7052	102.3008	10.1143	83.	1.	
11	832.	19.4471	98.0597	9.9025	72.	1.	
12	835.	21.4059	103.2318	10.1603	80.	1.	

HISTOGRAMA

MAS DE	A	N
0	5	574.
5	10	1236.
10	15	1718.
15	20	1879.
20	25	1456.
25	30	2979.
30	35	139.
35	40	168.
40	45	88.
45	50	64.
50	55	25.
55	60	85.
60	70	30.
70	80	16.
80		22.



RESULTADOS OBTENIDOS:

COL.: Meses del año de enero a diciembre

N : número de casos, total y por mes

PROMEDIO: Promedio total y por mes en metros cúbicos por conexión

VARIANCIA: Cuadrado de la desviación standard

DESV. STD.: Desviación standard

MAX; Máximo consumo por conexión en metros cúbicos mensuales

MIN.: Mínimo consumo por conexión en metros cúbicos mensuales.

El grupo de resultados que se muestra más abajo, son consumos mensuales que fueron agrupados con un intervalo de clase de cinco y diez. Siendo la primera columna el límite inferior, la segunda el límite superior y la tercera la frecuencia (número de casos).

Tomando como base el promedio aritmético se calculó la demanda domiciliar en la siguiente forma:

Demanda por persona por día:

Promedio mensual por conexión	20.91 m <sup>3</sup>
Demanda diaria	0.683 m <sup>3</sup> /conexión
Número de conexiones (abril 1969)	299
Demanda total diaria	204.22 m <sup>3</sup>
Promedio de personas por unidad familiar	4.7 personas
Demanda por persona por día	145 lts.

Pérdidas y uso público:

El volumen correspondiente a pérdidas y uso público, es la diferencia entre el volumen registrado en el medidor a la salida del tanque de distribución y el volumen leído en los medidores en las conexiones domiciliarias.

La última lectura del volumen acumulado en el medidor maestro, se hizo el 21 de junio de 1969.

Cálculo de las pérdidas y uso público:

27 de febrero 1969 - 13 horas -	00,000 m <sup>3</sup>
21 de junio 1969 - 10 horas - 30 minutos	31,438.79 m <sup>3</sup>
Período de registro	113.89 días
Demanda promedio por día en la red	276.05 m <sup>3</sup> /día
Demanda domiciliar	204.22 m <sup>3</sup> /día
Diferencia	71.83 m <sup>3</sup> /día
Pérdidas	35%

El 35% de pérdidas y usos públicos, se debe a la cantidad de agua desperdiciada en la fuente ornamental colocada en el centro del parque central, a la falta de control estricto en todos los consumidores y algunas posibles pequeñas fugas en las conexiones domiciliarias, ya que siendo nuevo el sistema, es de esperarse que las fugas en la red sean mínimas.

El consumo de la fuente ornamental fue de 1001 m<sup>3</sup> en marzo de 1969 y de 745 m<sup>3</sup> en abril de 1969, que da un valor promedio de 0.34 litros por segundo equivalente a 29.10 metros cúbicos diarios.

Deduciendo el volumen de pérdida en la fuente anterior, nos queda una diferencia de 42.73 m<sup>3</sup>/día. Por lo que la demanda en la red sin la fuente sería de 246.95 m<sup>3</sup>/día, con lo que el porcentaje de pérdidas se reduce a 21 por ciento.

Resumiendo, la demanda para la cabecera municipal de San Agustín Acasaguastlán queda así:

Demanda por persona y por día	145 lts.
21% de pérdidas	30.45 lts./día

Demanda total

175.45 lts./hab./día

Demanda por persona por día en la cabecera municipal de San Agustín Acasaguastlán del departamento de El Progreso es de 175 litros.

En el gráfico número 34 puede notarse que los meses de menor consumo coinciden o están muy cerca de los meses de precipitación máxima. Hay un reflejo evidente de que a medida que aumenta la precipitación, disminuye la demanda y viceversa.

Debido a que las variaciones en la temperatura media durante el año no son muy grandes, no se tomaron en cuenta para determinar como influyen éstas en las demandas de agua.



CONCLUSIONES:

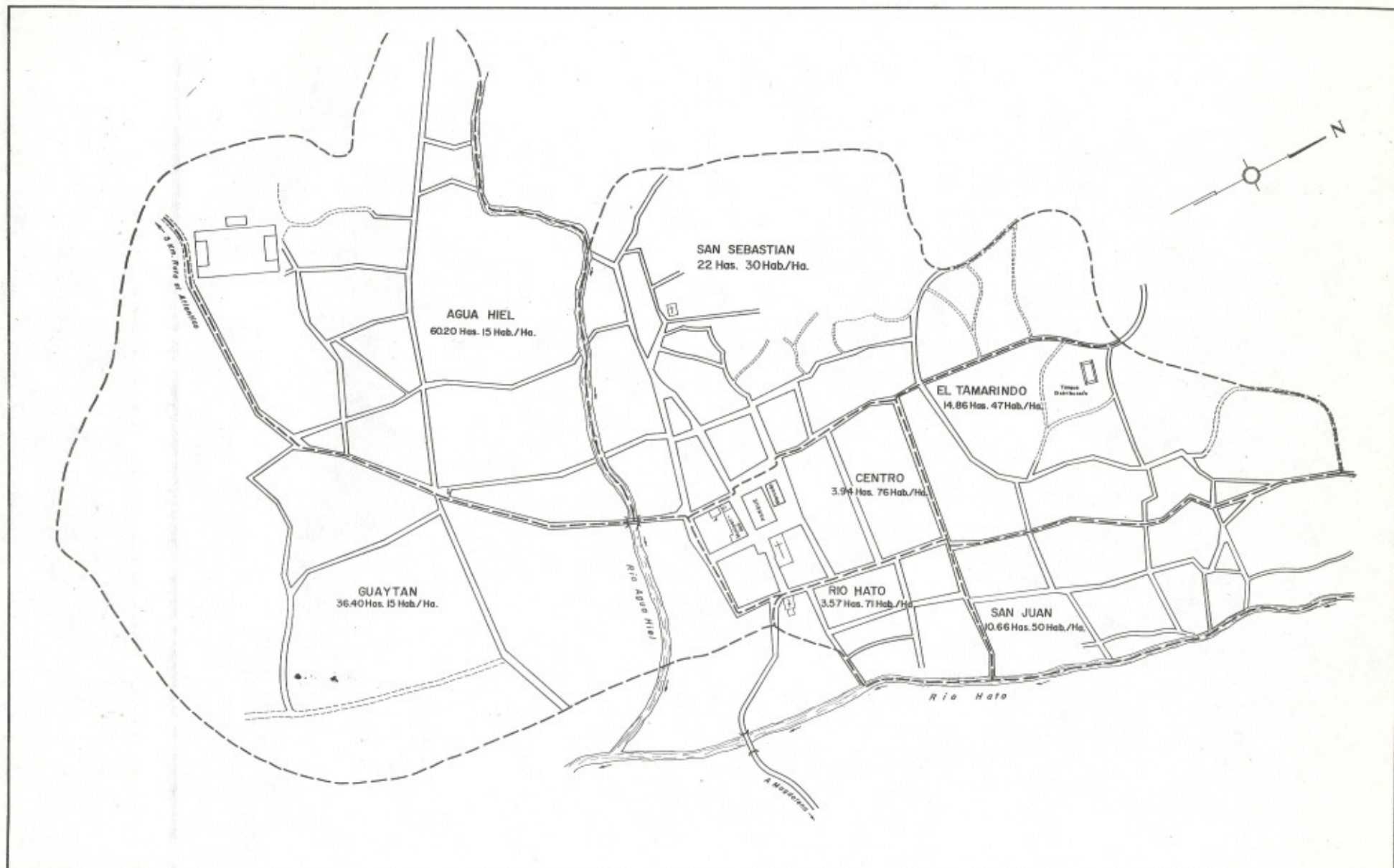
- 1 La variación máxima de quince minutos fué en porcentaje respecto al promedio diario de 386 por ciento.
- 2 La variación mínima de quince minutos fue en porcentaje respecto al promedio diario de 1 por ciento.
- 3 La variación máxima horaria en porcentaje respecto al promedio diario fue de 188 por ciento.
- 4 La variación mínima horaria en porcentaje respecto al promedio fué de 28 por ciento.
- 5 La variación máxima diaria en porcentaje respecto al promedio diario fue de 151 por ciento.
- 6 El promedio aritmético de consumo en metros cúbicos mensuales por conexión es de 20.91 m<sup>3</sup>.
- 7 La demanda por habitante y por día incluyendo pérdidas en la red, es de 175 lts.
- 8 Las pérdidas en la red son del orden de 20 por ciento.
- 9 Los meses de menor consumo coinciden o están muy cerca de los meses de precipitación máxima.

REFERENCIAS:

1. ARCHIVOS DEL INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL. Guatemala 1965-1969.
2. ARCHIVOS DE LA MUNICIPALIDAD DE SAN AGUSTIN ACASAGUASTLAN, Departamento de El Progreso. Guatemala 1965-69.
3. CAMPOS Q. FRANCISCO A. Investigación de demandas de agua, Tesis de Graduación Ingeniero Civil. Guatemala 1963.
4. Censos población 1964. Dirección General de Estadística. Guatemala 1966.
5. COMITE COORDINADOR DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA. Datos Meteorológicos mensuales hasta 1959 inclusive. Guatemala 1968.
6. Diccionario Geográfico de Guatemala, Dirección General de Cartografía, Tomo II. Guatemala, C. A. 1962.
7. DE LEON OBIOLS, JULIO ENRIQUE. Investigación de variaciones horarias y diarias en el consumo de agua potable en el sector sur oriente de la capital de Guatemala. Tesis de graduación de Ingeniero Civil. Guatemala 1969.
8. GALVEZ SOBRAL, JORGE. Consideraciones sobre la dotación de agua potable necesaria en poblaciones de la república de Guatemala. Tesis de graduación de Ingeniero Civil. Guatemala 1951.
9. Proyecto de Introducción de Agua a San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso, Departamento de Acueductos y Alcantarillados, Dirección General de Obras Públicas. Guatemala 1962.
10. STEEL, ERNEST W. Abastecimiento de agua y alcantarillado. Editorial Gustavo Gili S. A. Barcelona 1958.
11. VILLALTA URIAS, GREGORIO. Investigación de Demandas de Agua, Usumatlán departamento de Zacapa. Tesis de graduación de Ingeniero Civil. Guatemala, 1969.

APENDICE  
GRAFICOS Y PLANOS





NOTA: Plano calcado del original elaborado por Saneamiento Ambiental de la Dirección General de Sanidad Pública.- Actualizado en Mayo de 1969.

CALCO : M. T. VARGAS

**SAN AGUSTIN ACASAGUASTLAN, EL PROGRESO**  
**DENSIDAD DE POBLACION**

INVESTIGACION DE DEMANDAS DE AGUA  
**Nº 1**

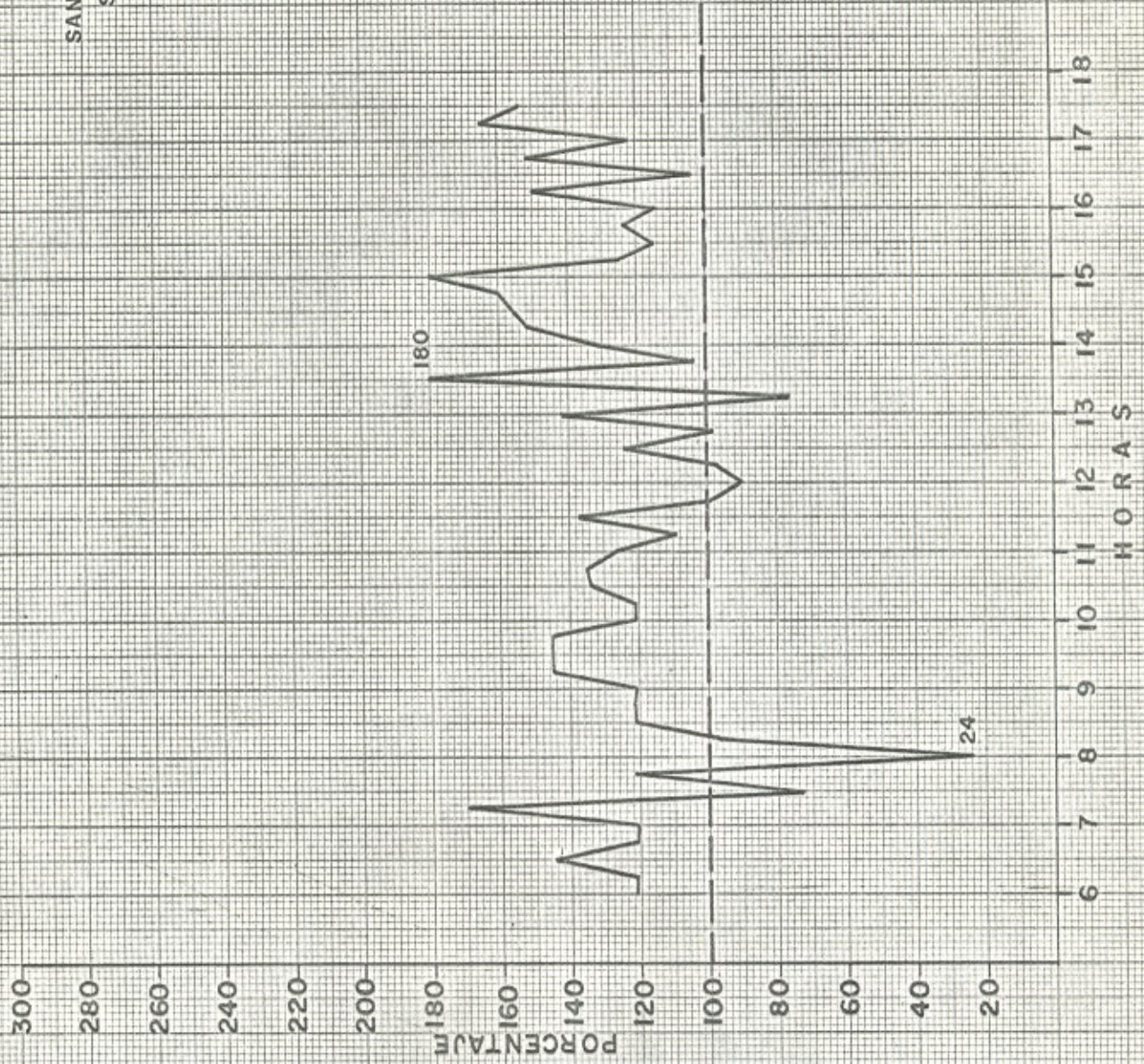
ENRIQUE CASADO AGUILAR

Gráficos del 2 al 31

Variaciones de la demanda en porcentajes respecto al promedio de las seis de la mañana del día en mención a las seis de la mañana del día siguiente.



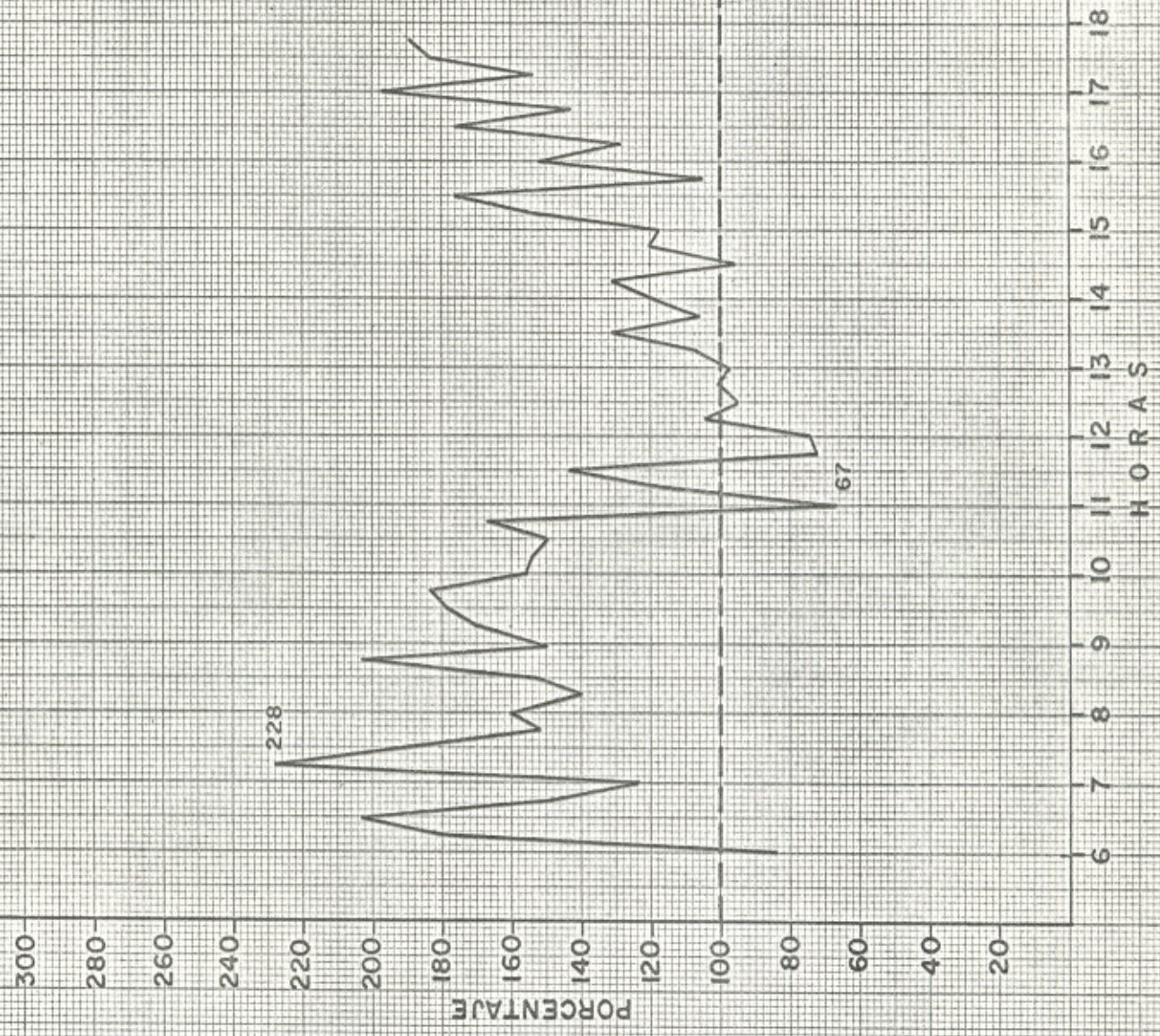
SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Sabado - 1º de Marzo 1969  
No. 2





SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Domingo - 2 Marzo 1969

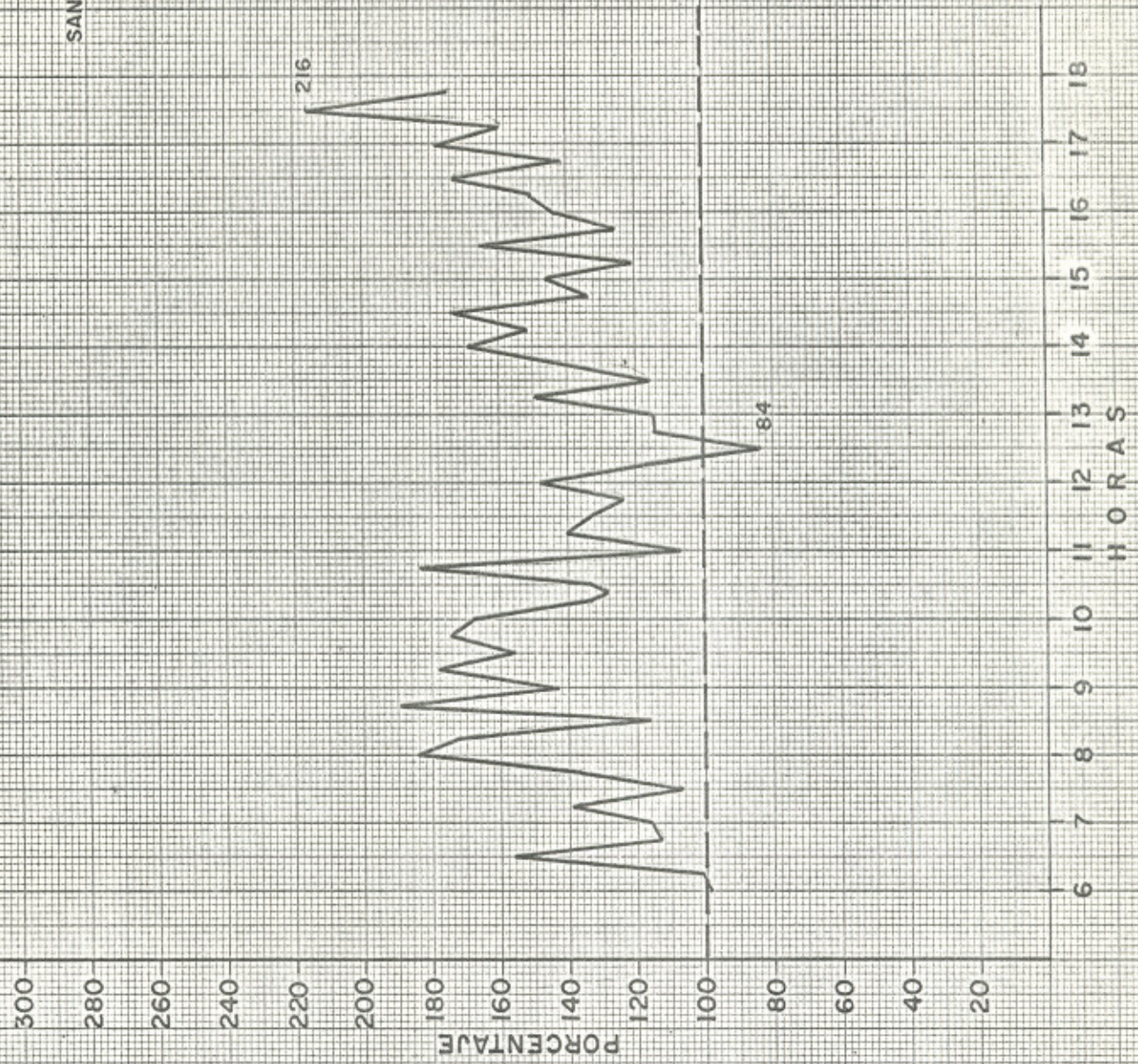
No. 3





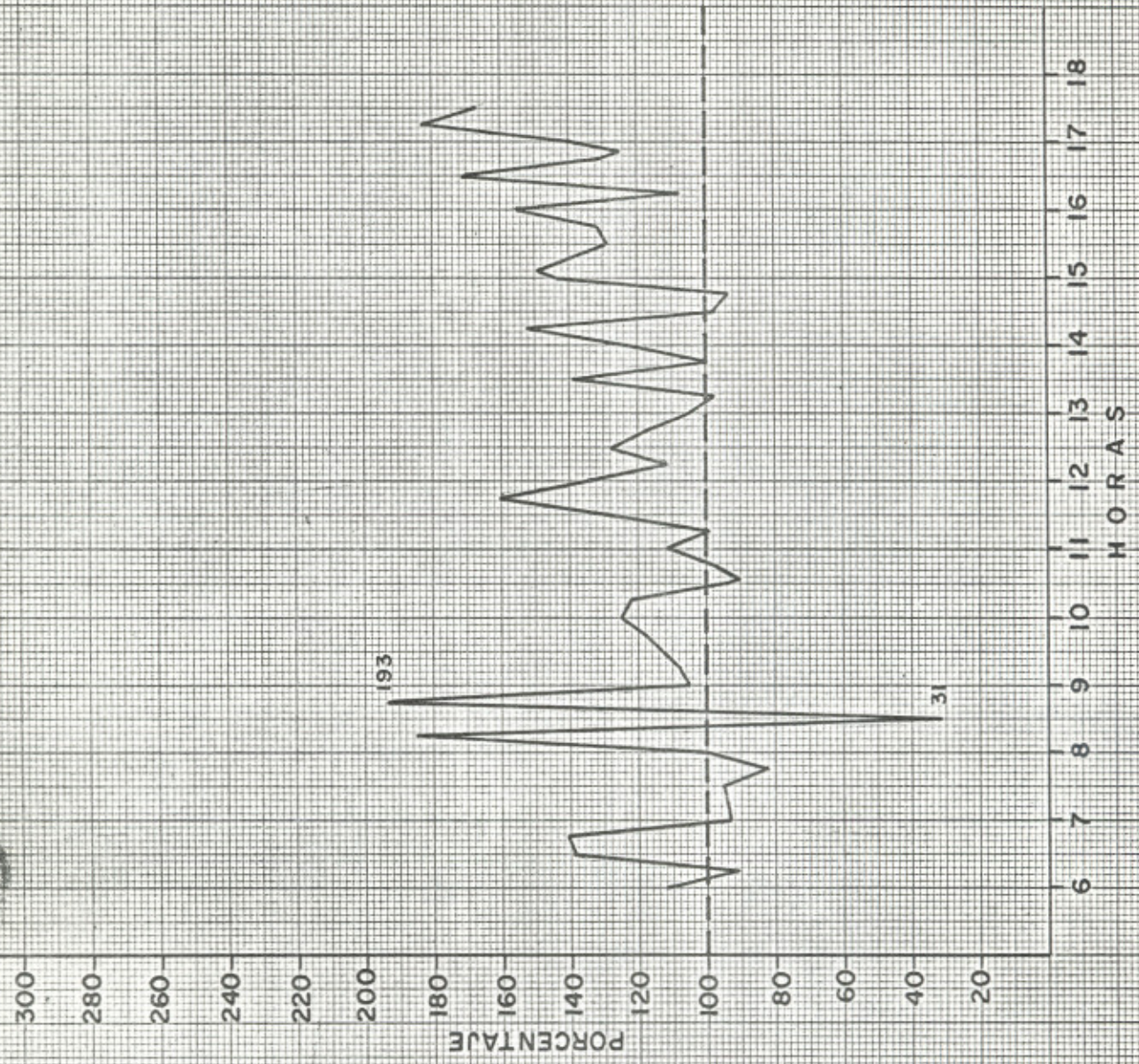
K&E  
10 X 25 CM.  
KEUFFEL & ESSER CO.  
10 X 25 CM THE GENTRIMETER  
MADE IN U.S.A.

SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Lunes - 3 Marzo 1969  
No. 4





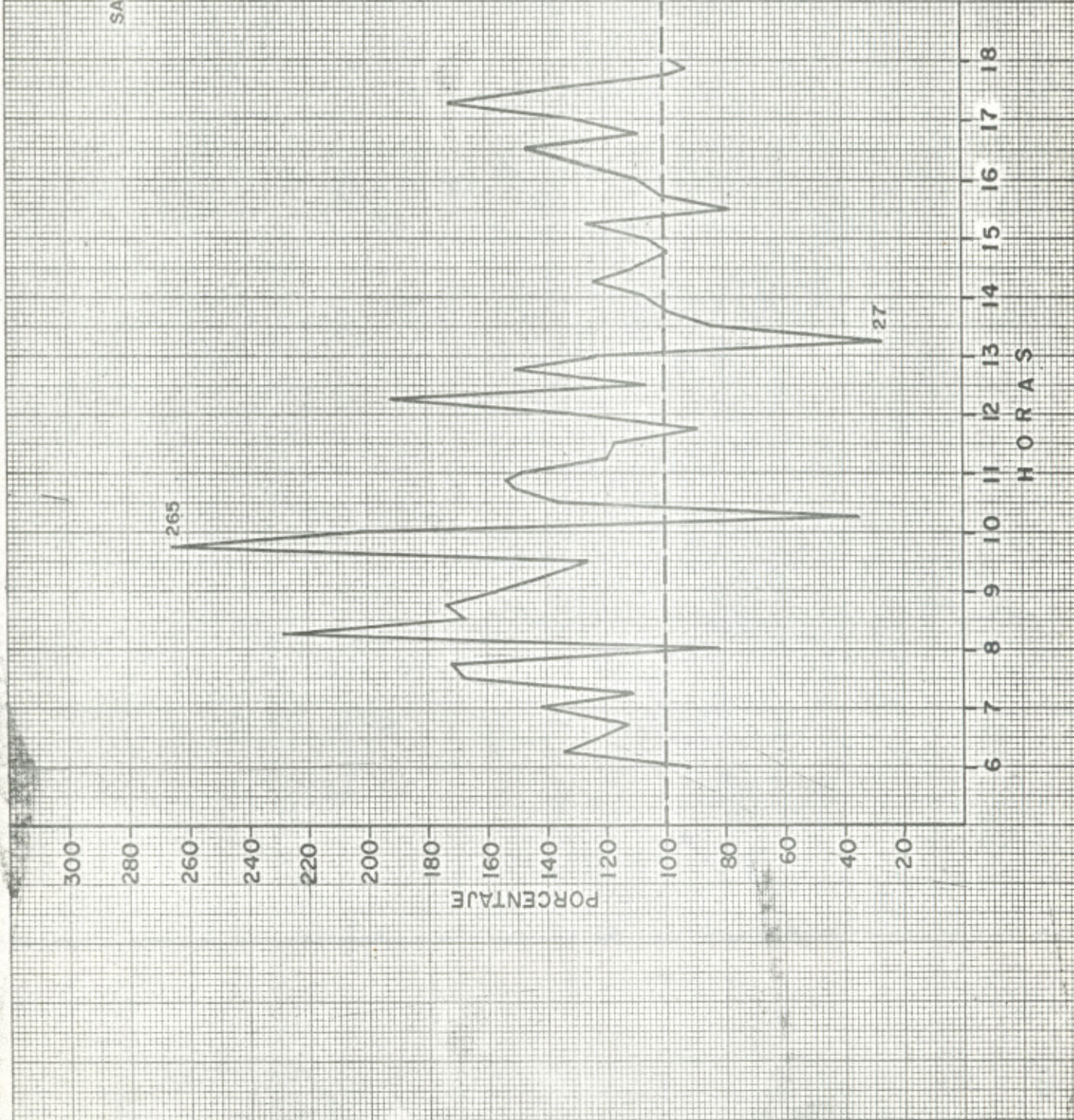
SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
4 Marzo 1969  
Martes  
No. 5





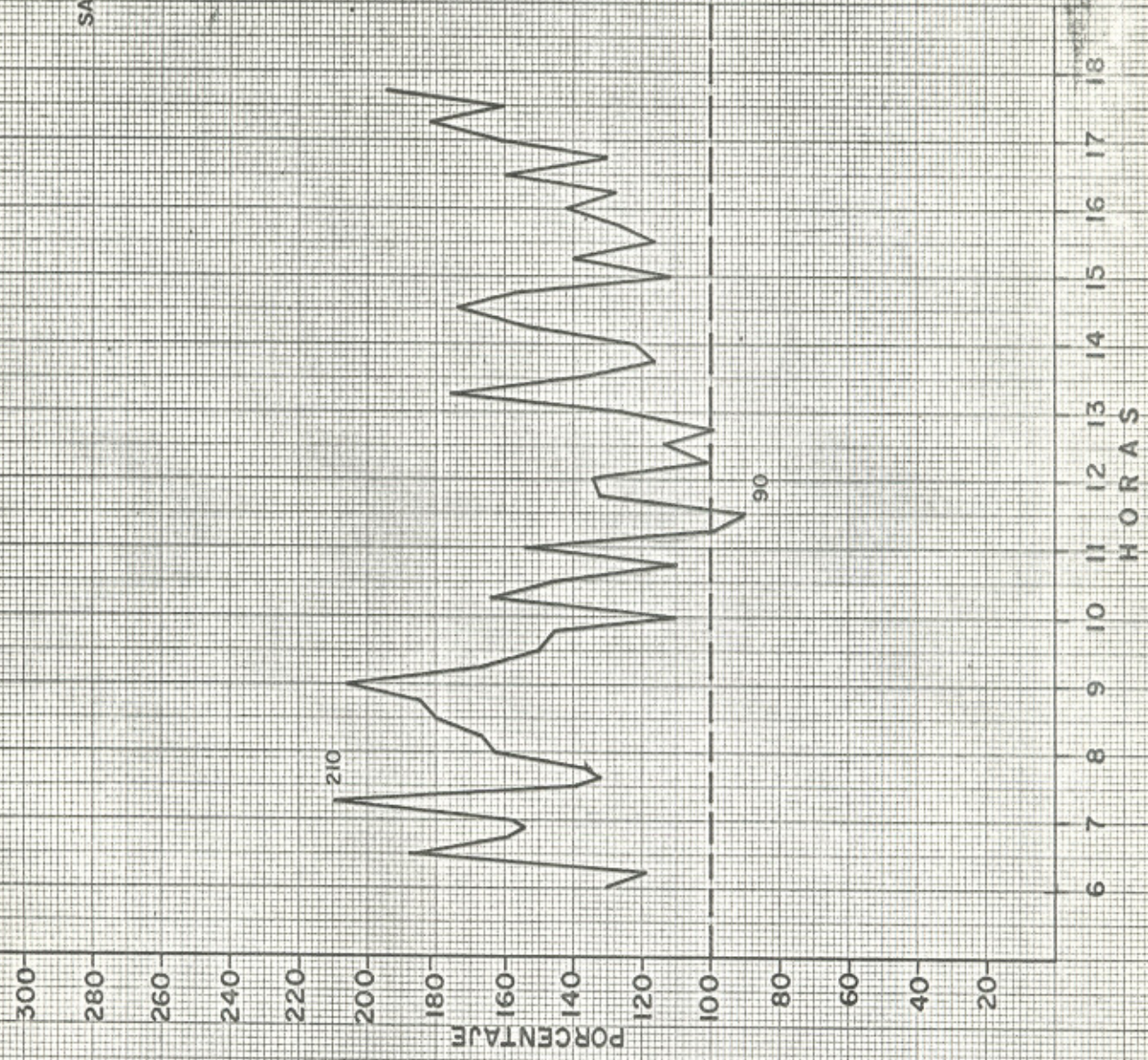
SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Miercoles - 5 Marzo 1969

No.6



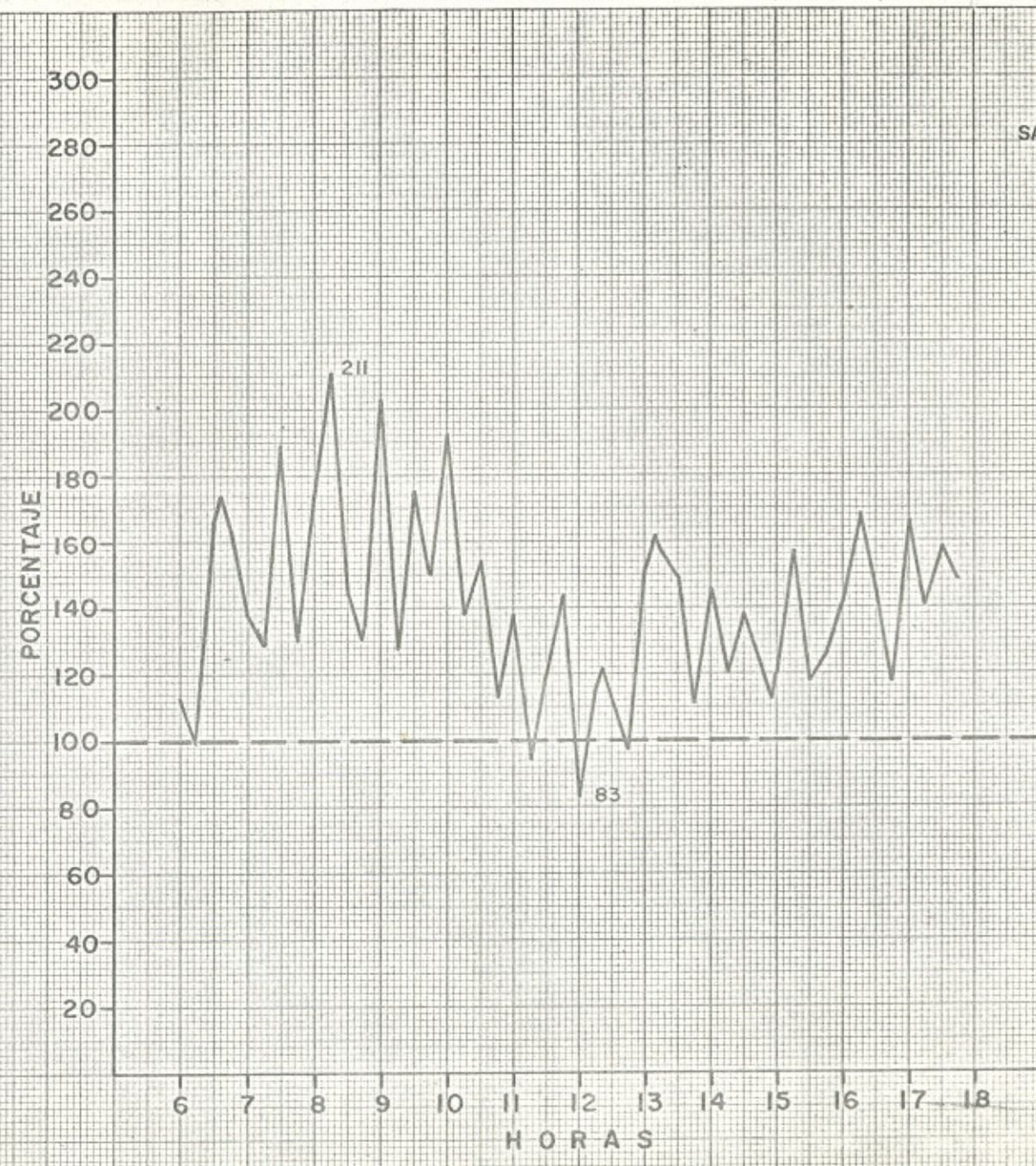


SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Jueves - 6 Marzo 1969  
No. 7



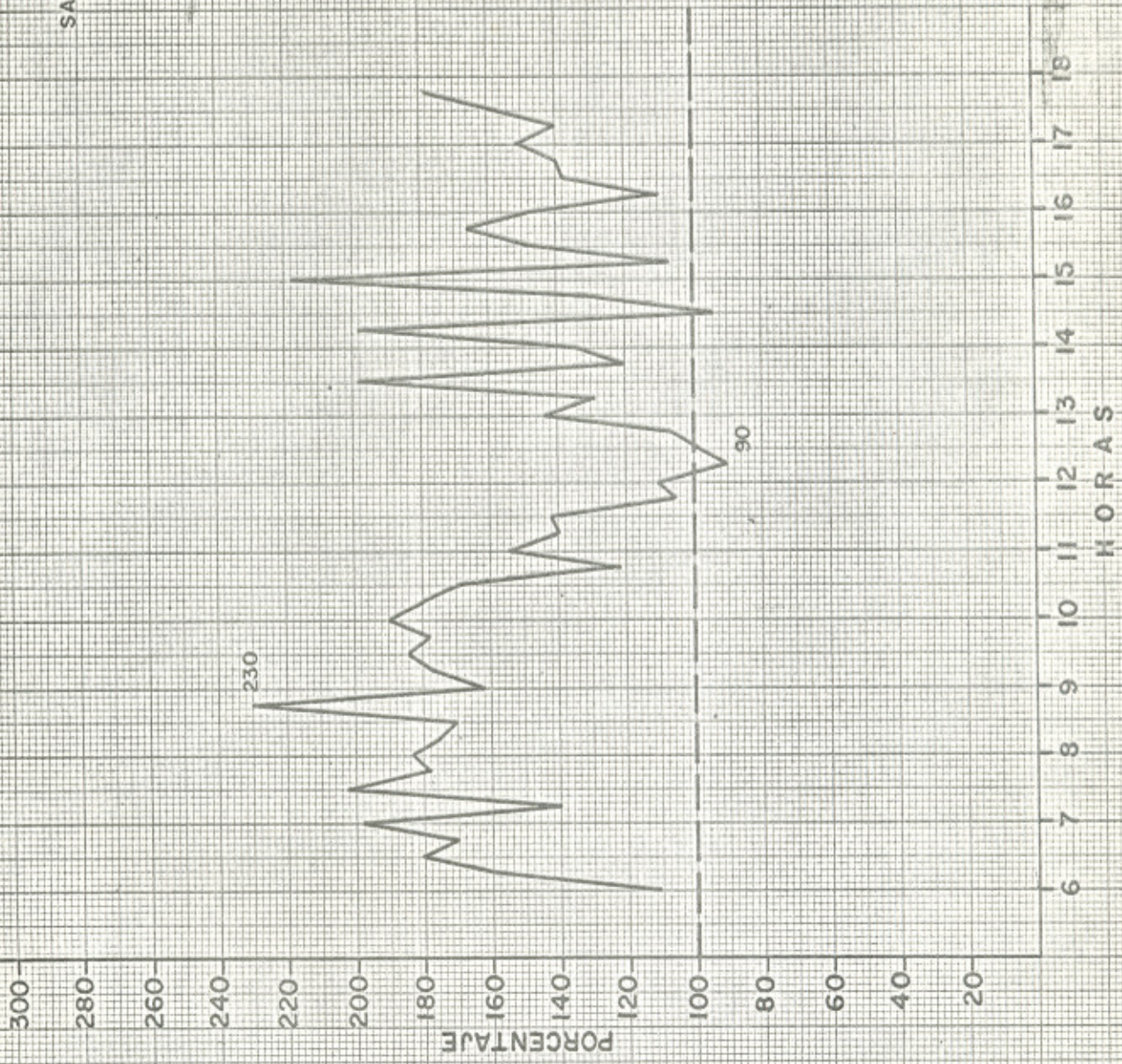


SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Viernes - 7 Marzo 1969  
No. 8





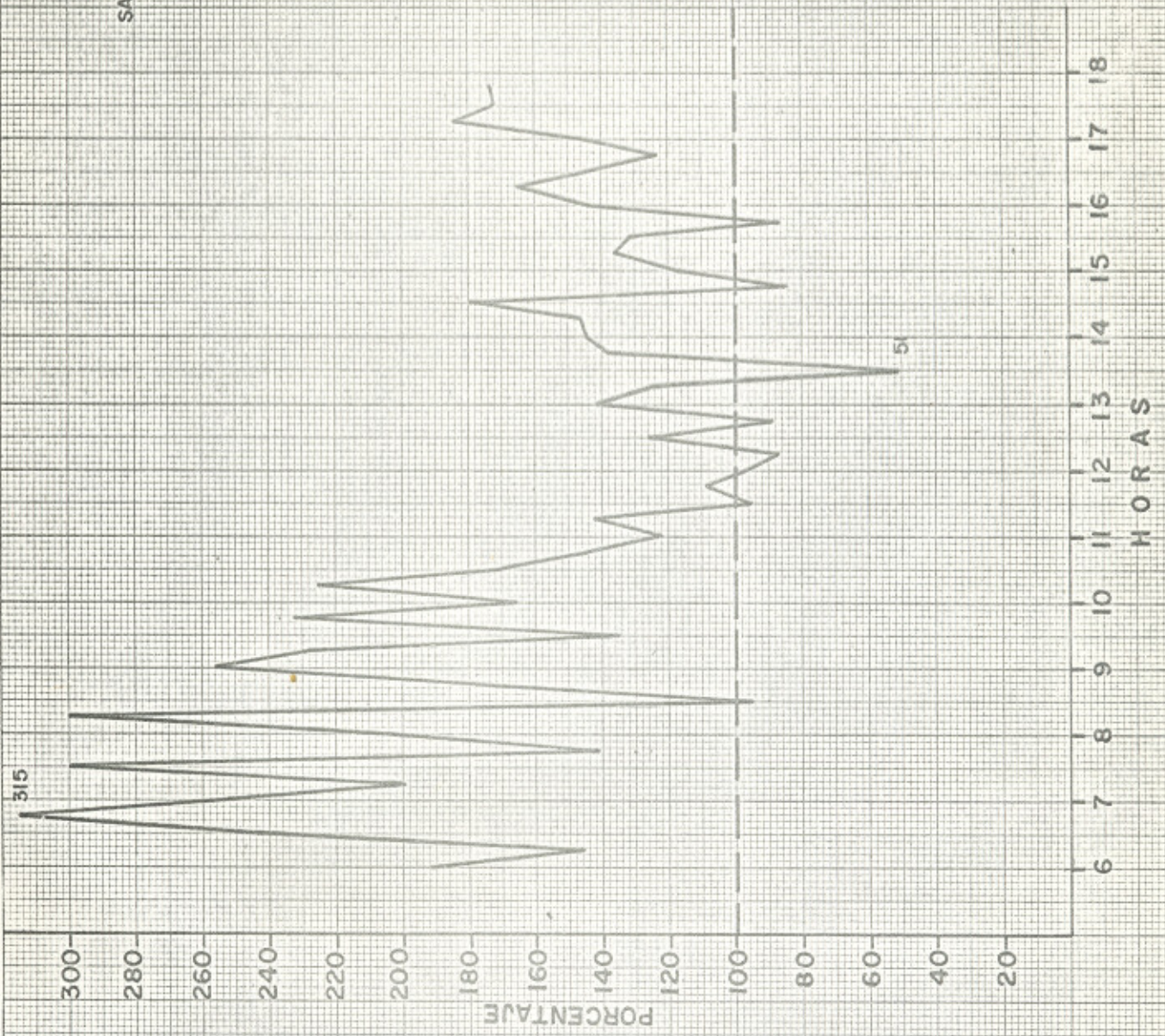
SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Sabado - 8 Marzo 1969  
No. 9





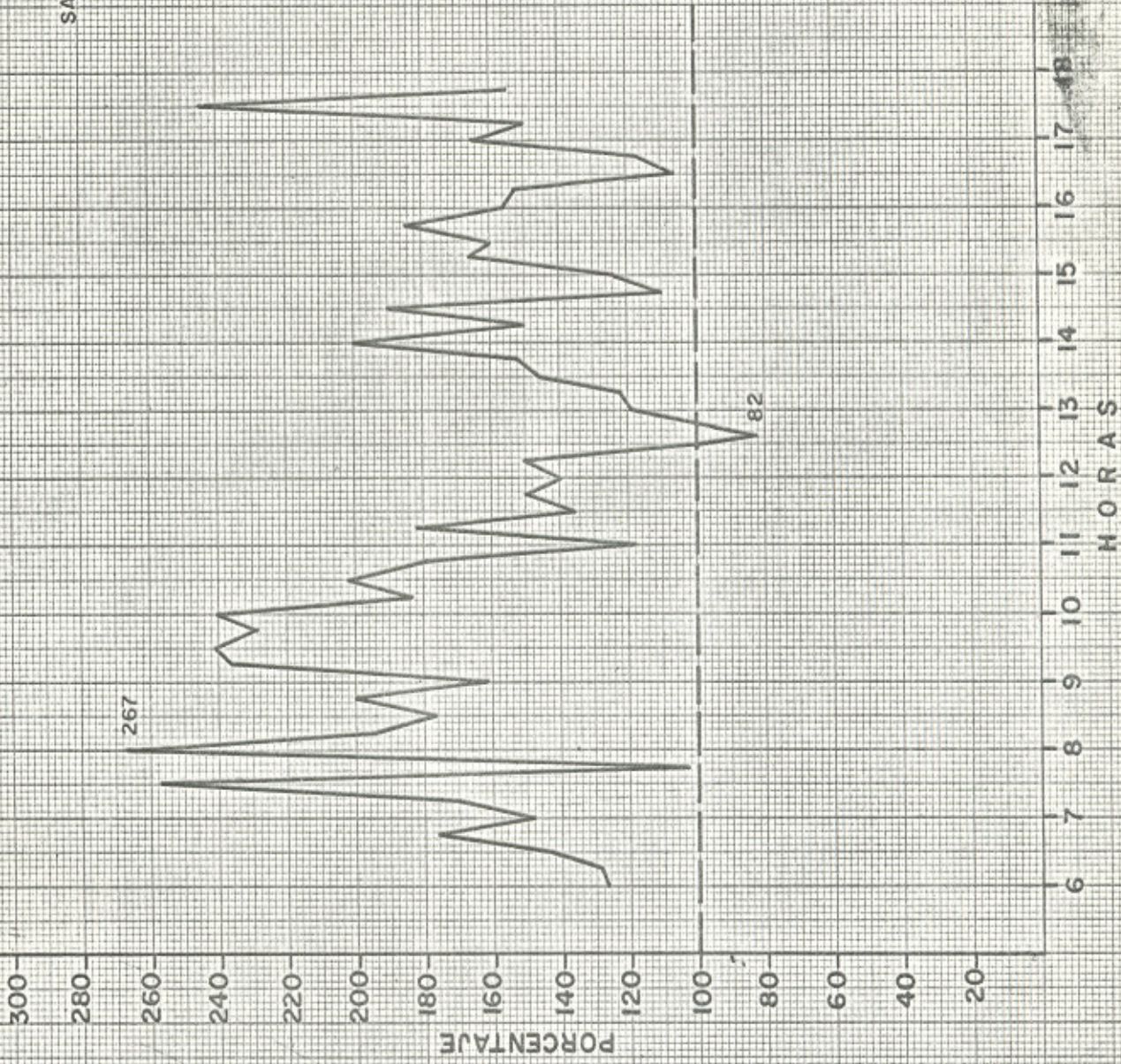
K&E  
10 X 10 TO THE CENTIMETER 40 1310  
16 X 25 CM  
K&E FEL & ESSER CO.  
MADE IN U.S.A.

SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Domingo - 9 Marzo 1969  
No. 10



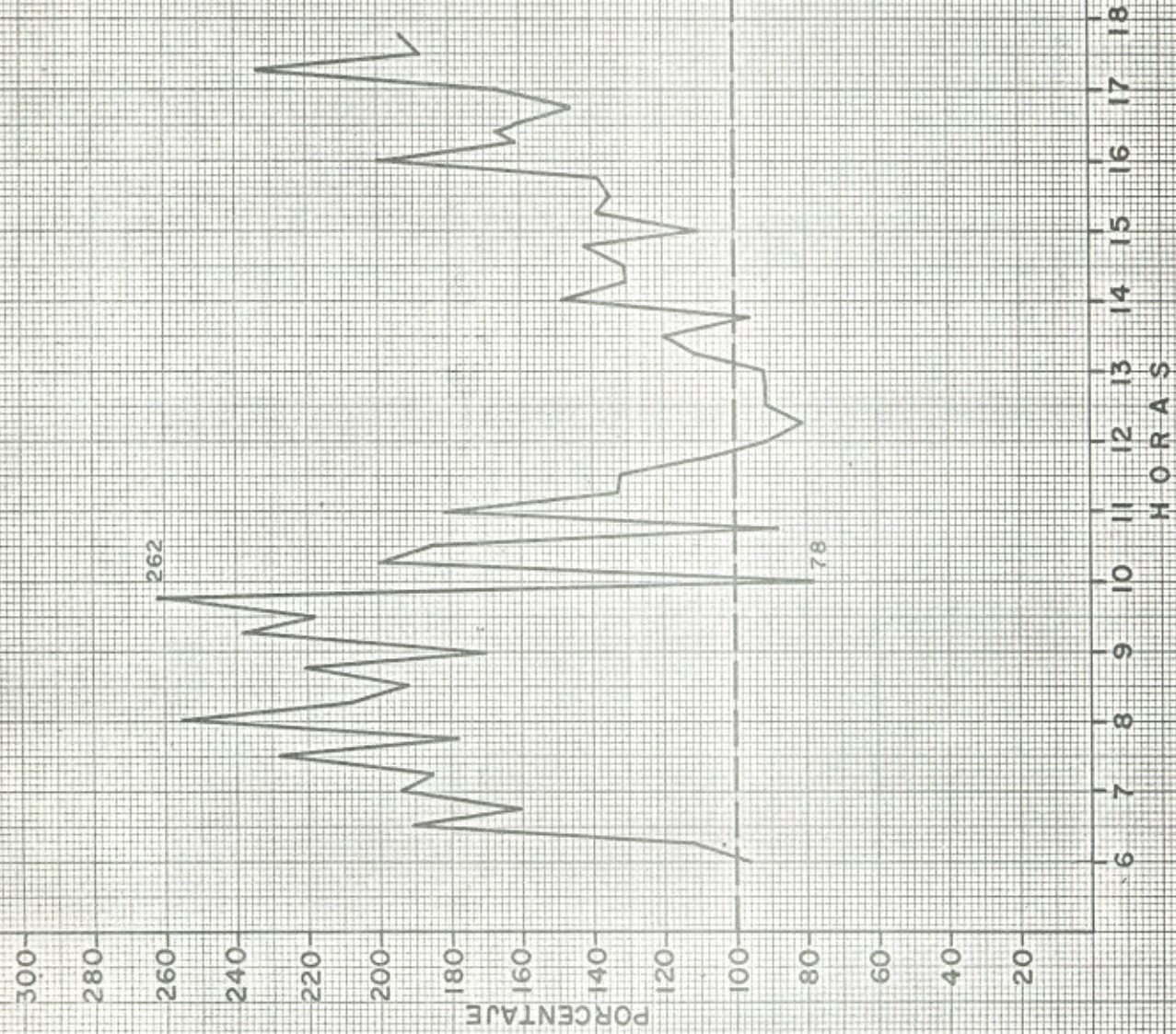


SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Lunes - 10 Marzo 1969  
No. 11





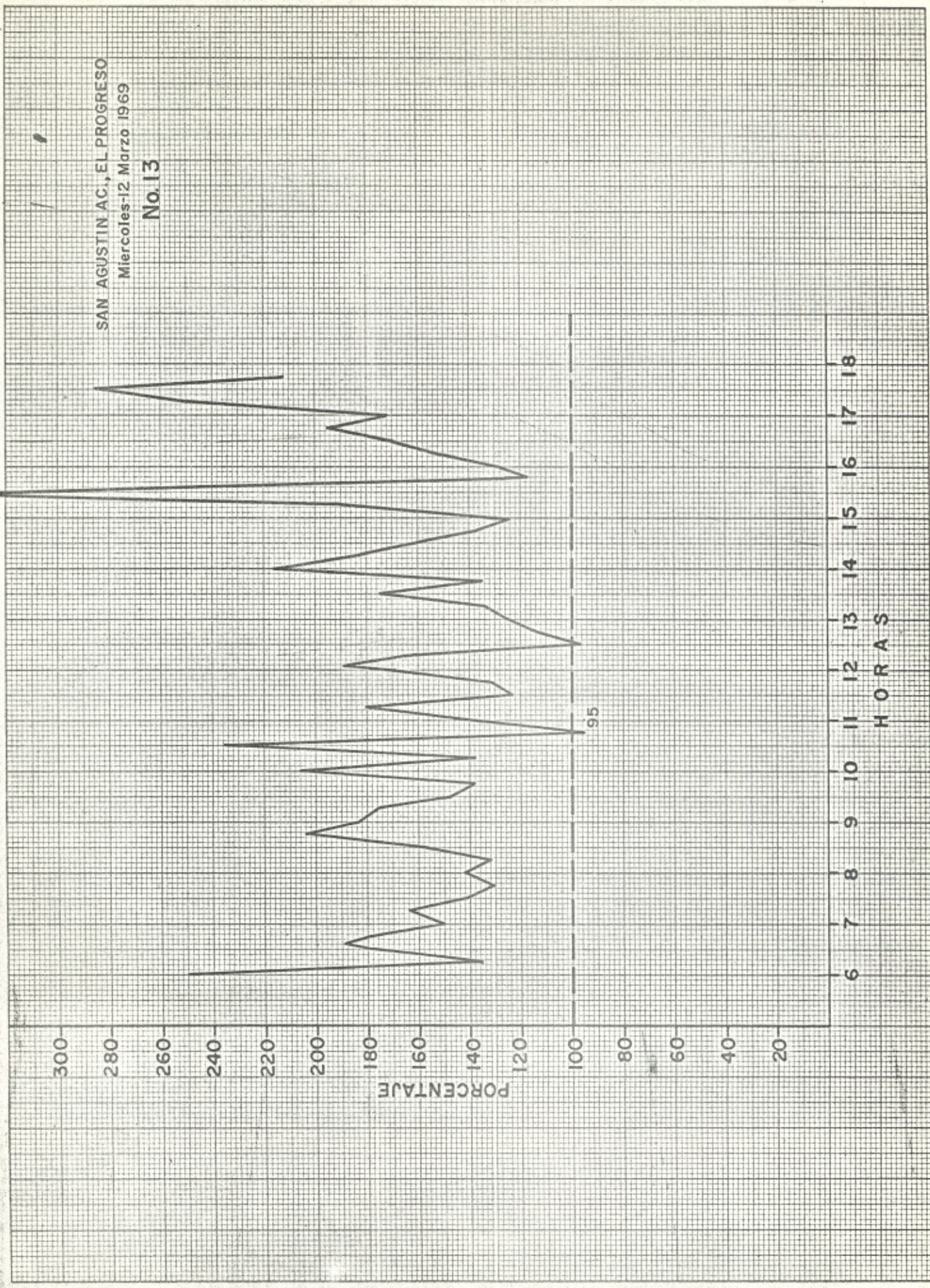
SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Martes - 11 Marzo 1969  
No. 12





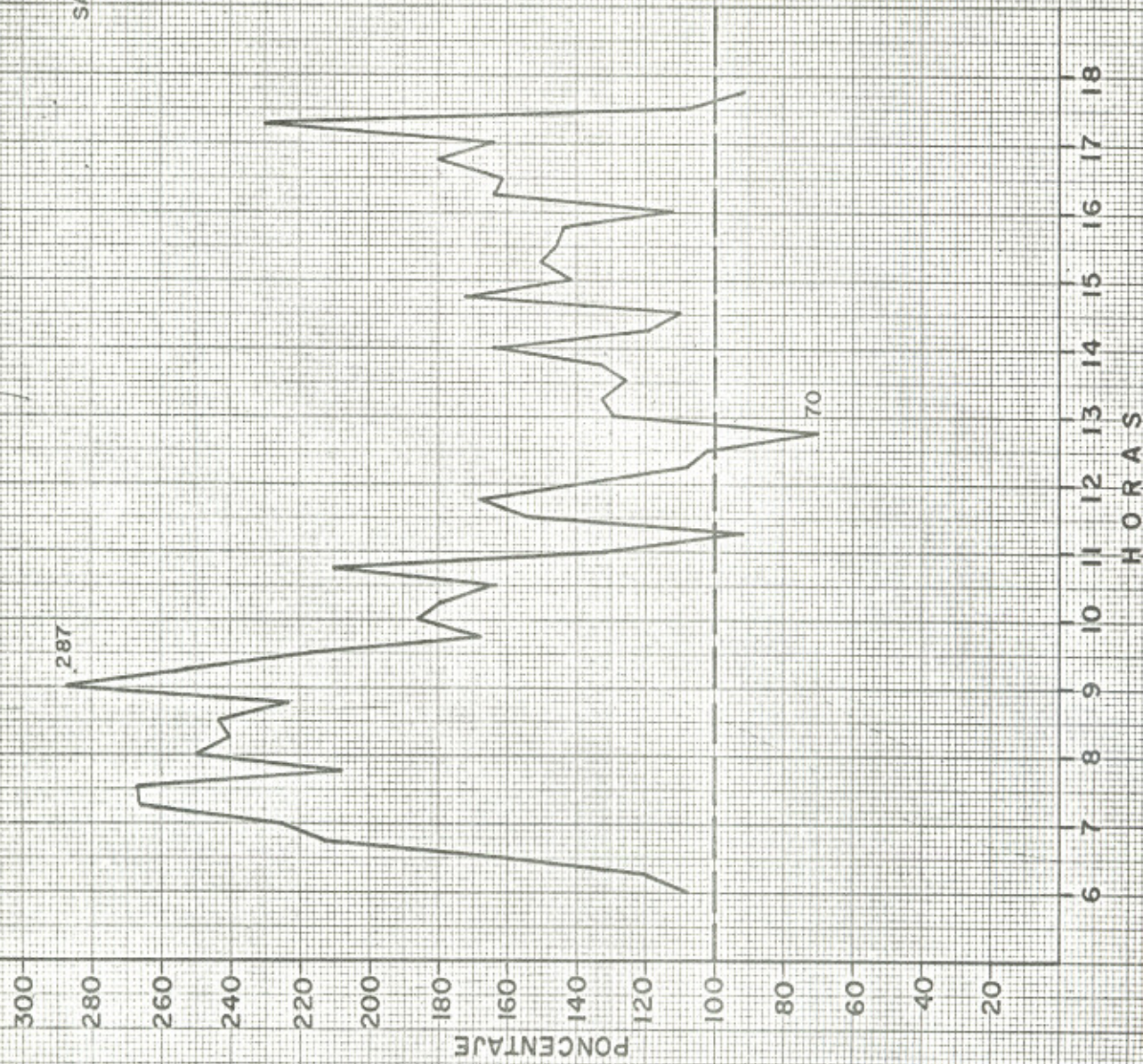
342

SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Miercoles-12 Marzo 1969  
No. 13

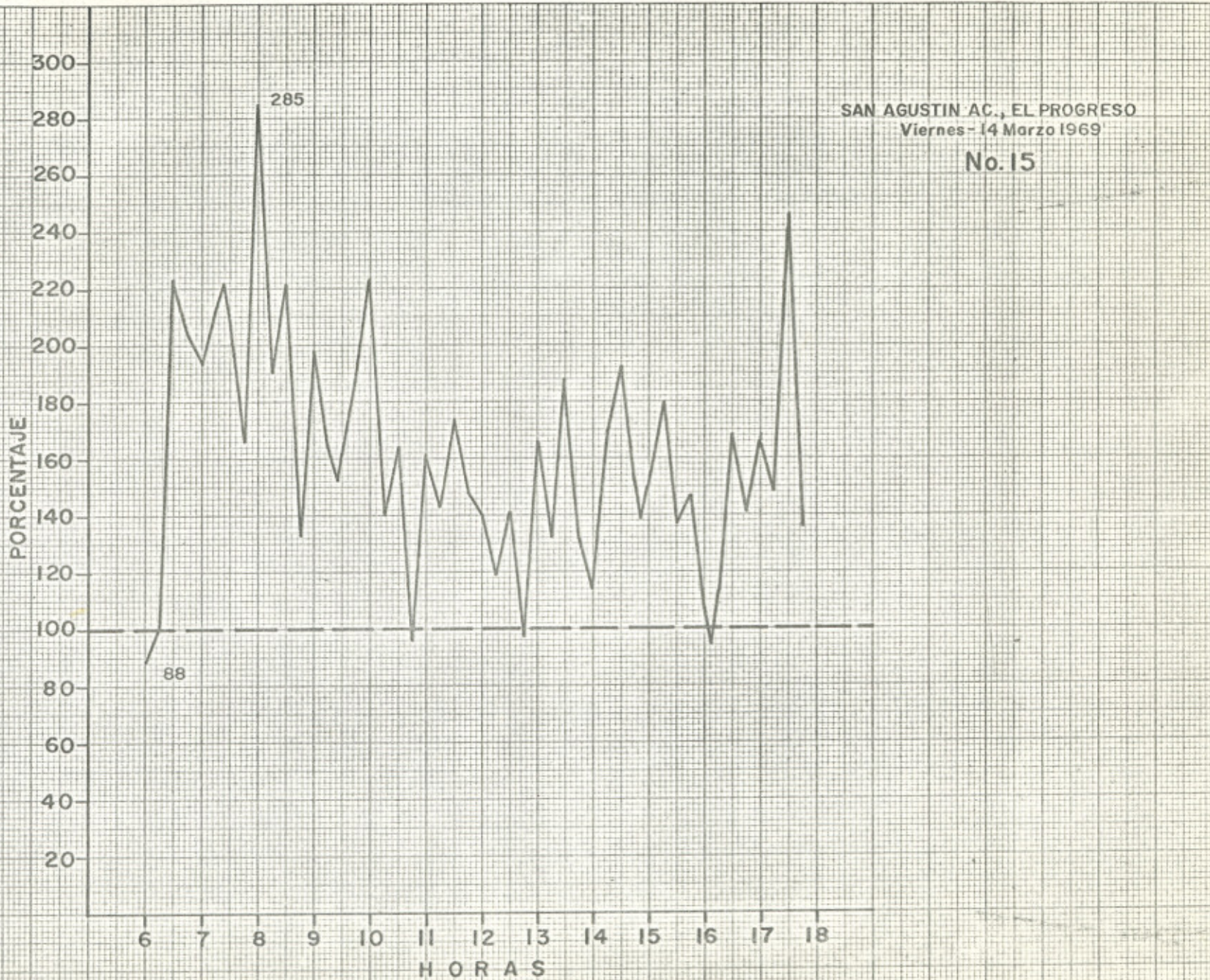




SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Jueves - 13 Marzo 1969  
No. 14

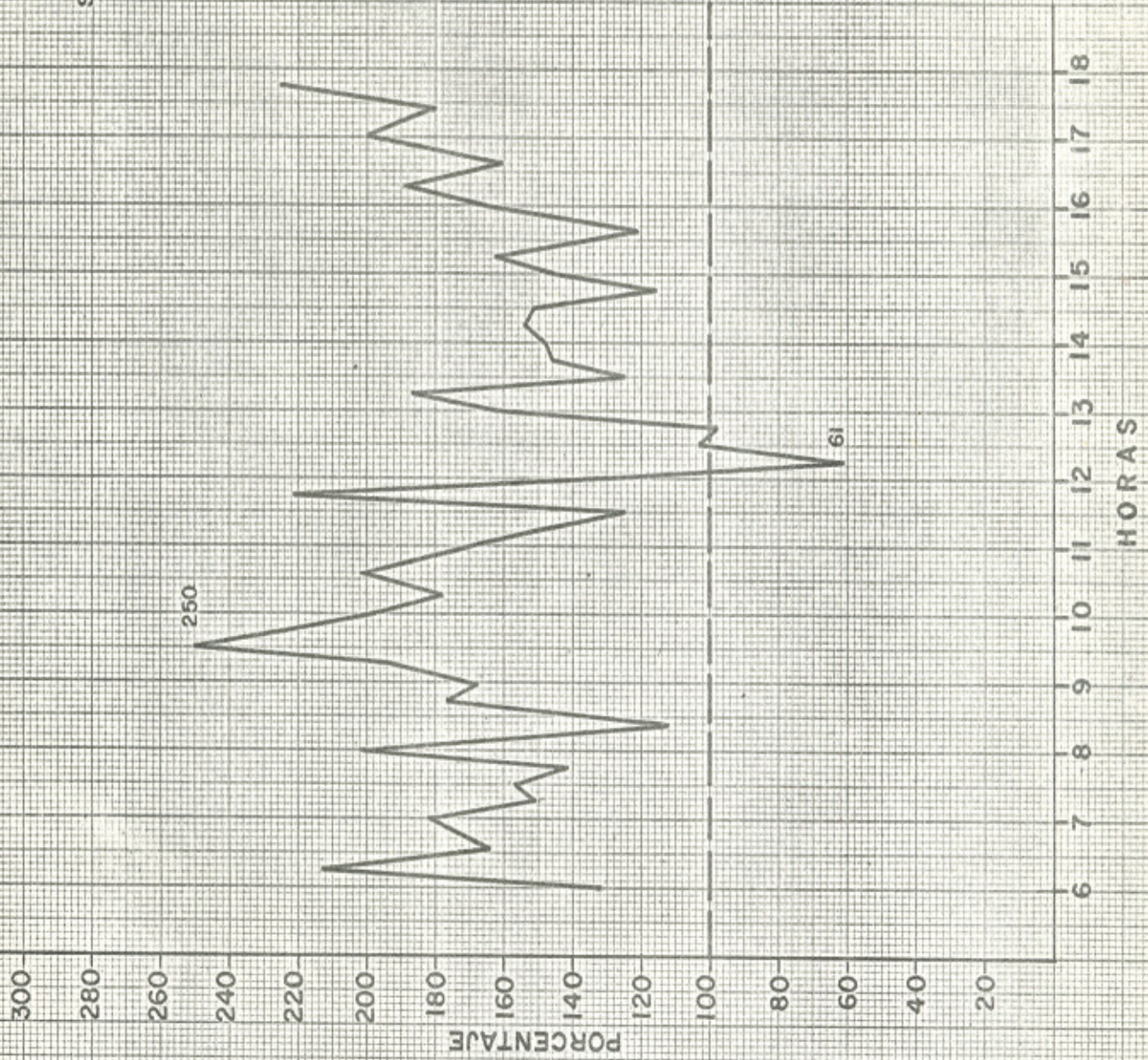








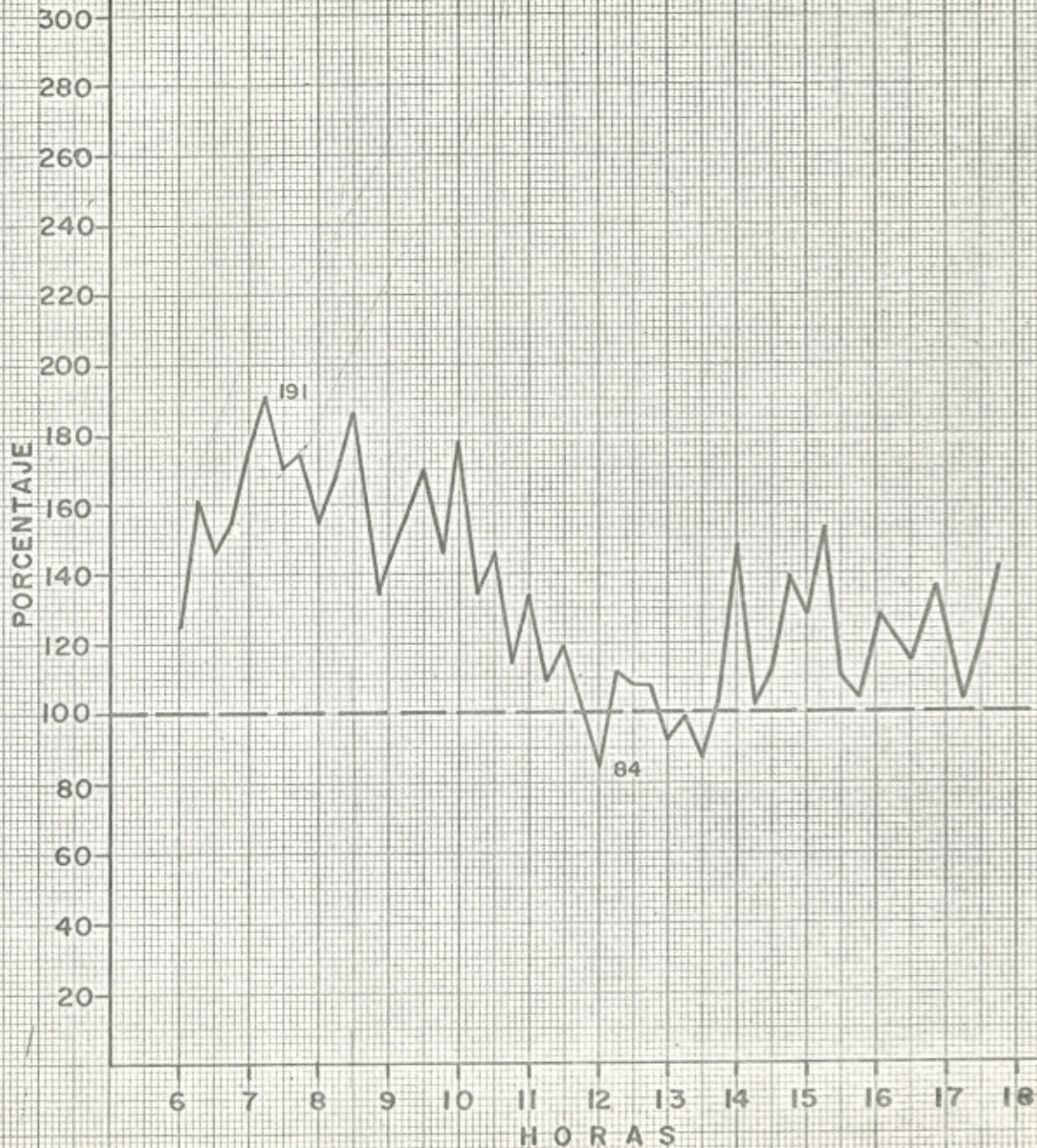
SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Sabado - 15 Marzo 1969  
No. 16





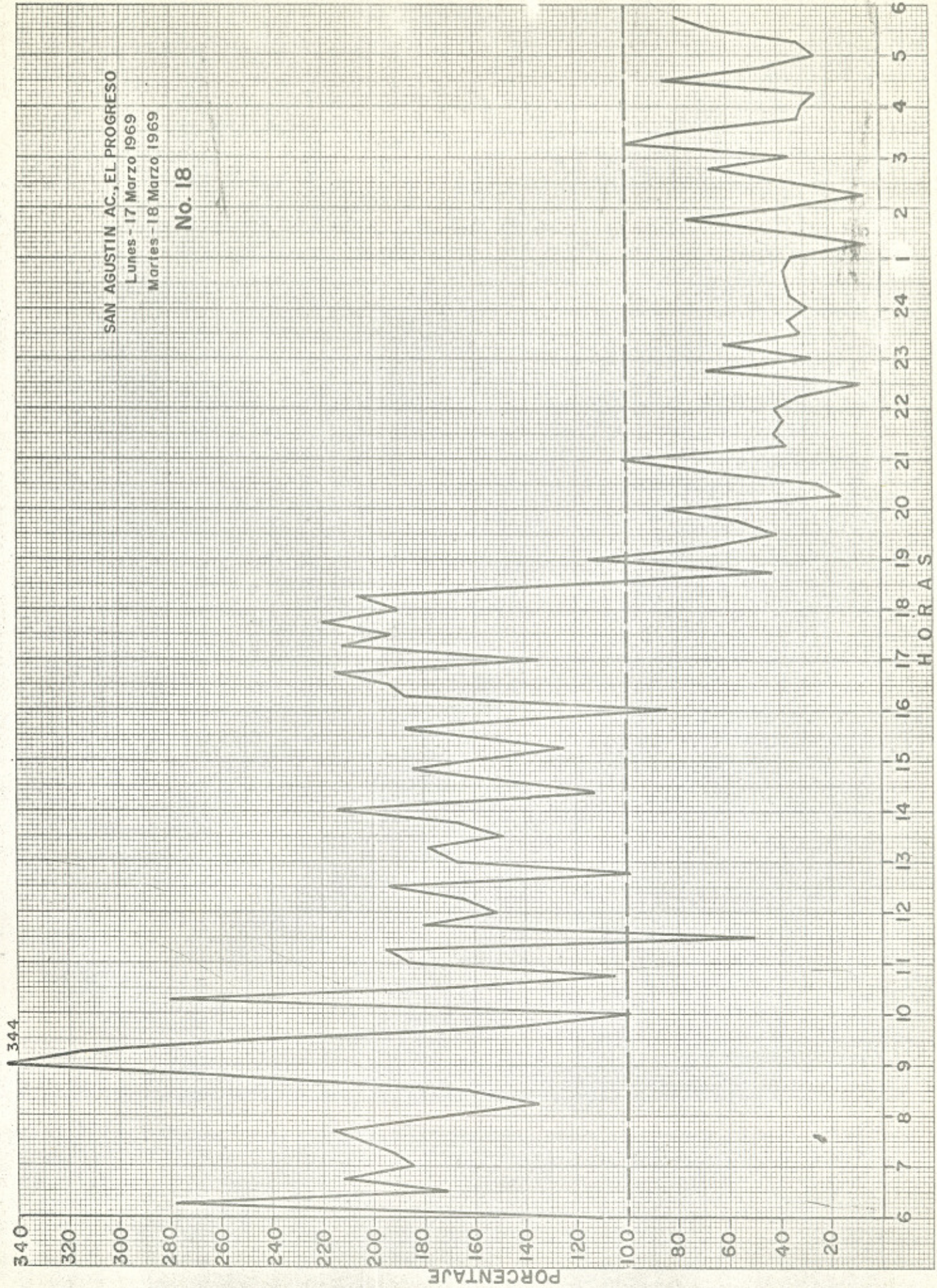
SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Domingo - 16 Marzo 1969

No. 17





SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Lunes - 17 Marzo 1969  
Martes - 18 Marzo 1969  
No. 18



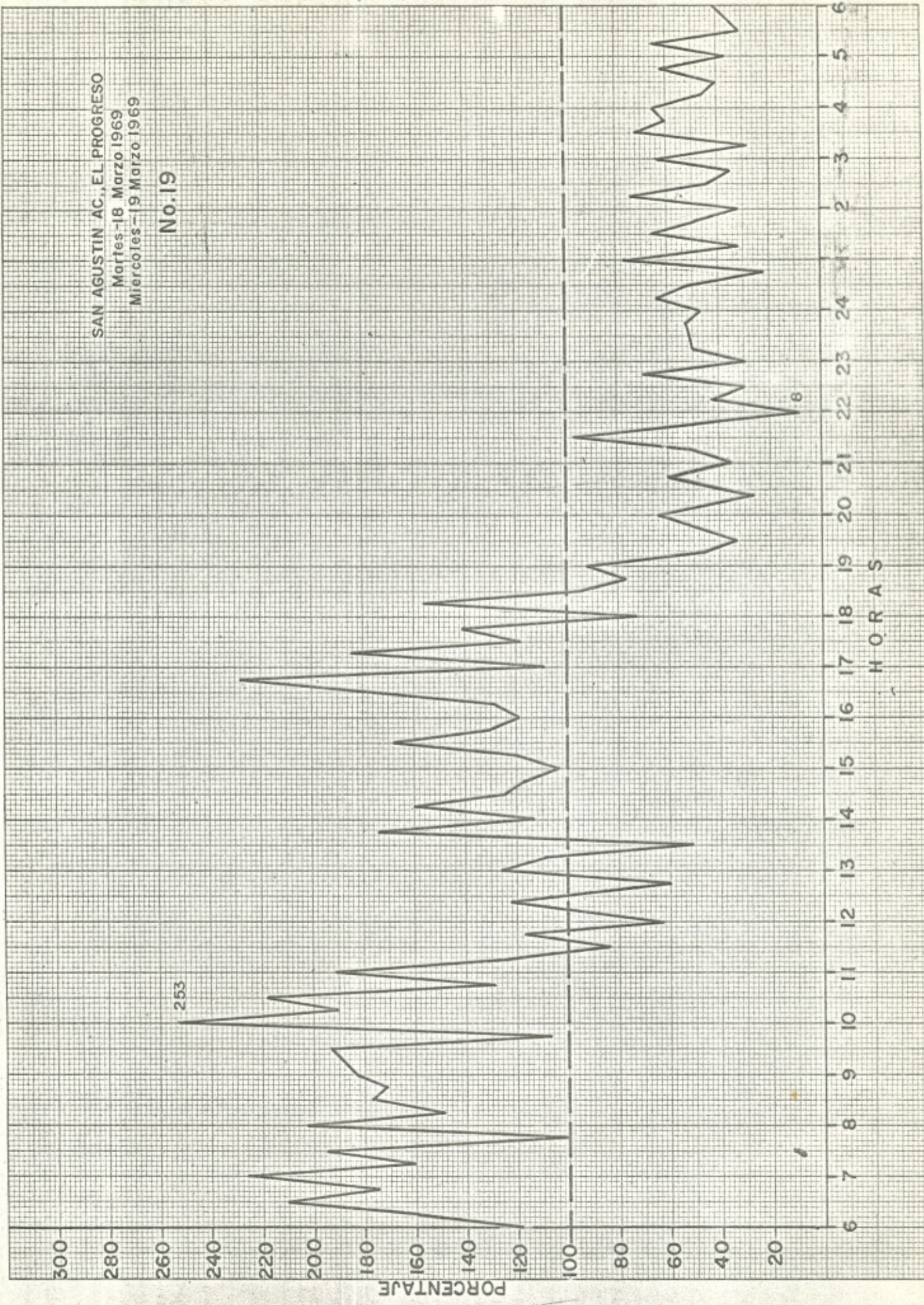


K-E 10 X 10 TO THE CENTIMETER 46 1510  
MADE IN U.S.A.

KEUFFEL & ESSER CO.

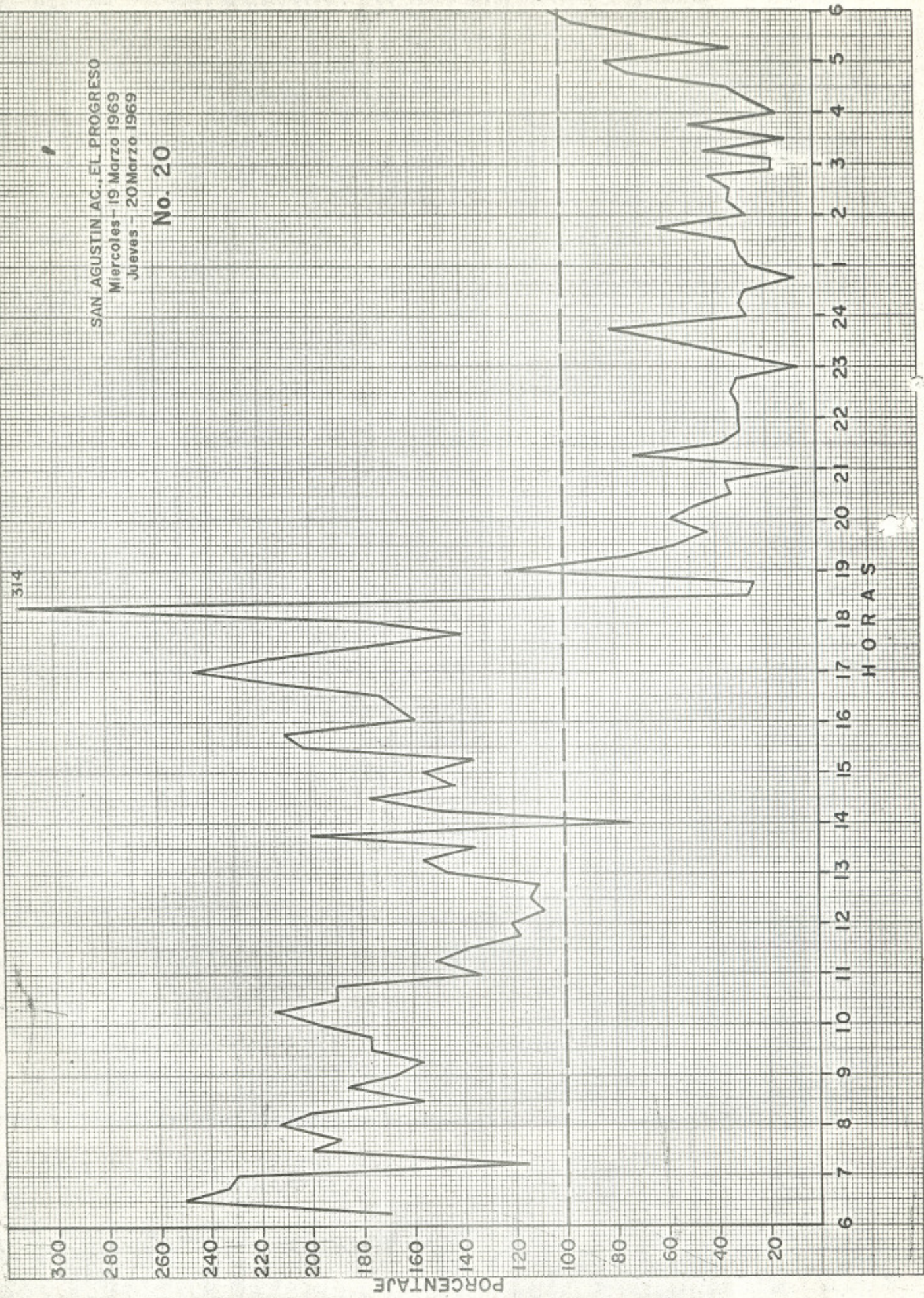
SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Martes - 18 Marzo 1969  
Miercoles - 19 Marzo 1969

No. 19



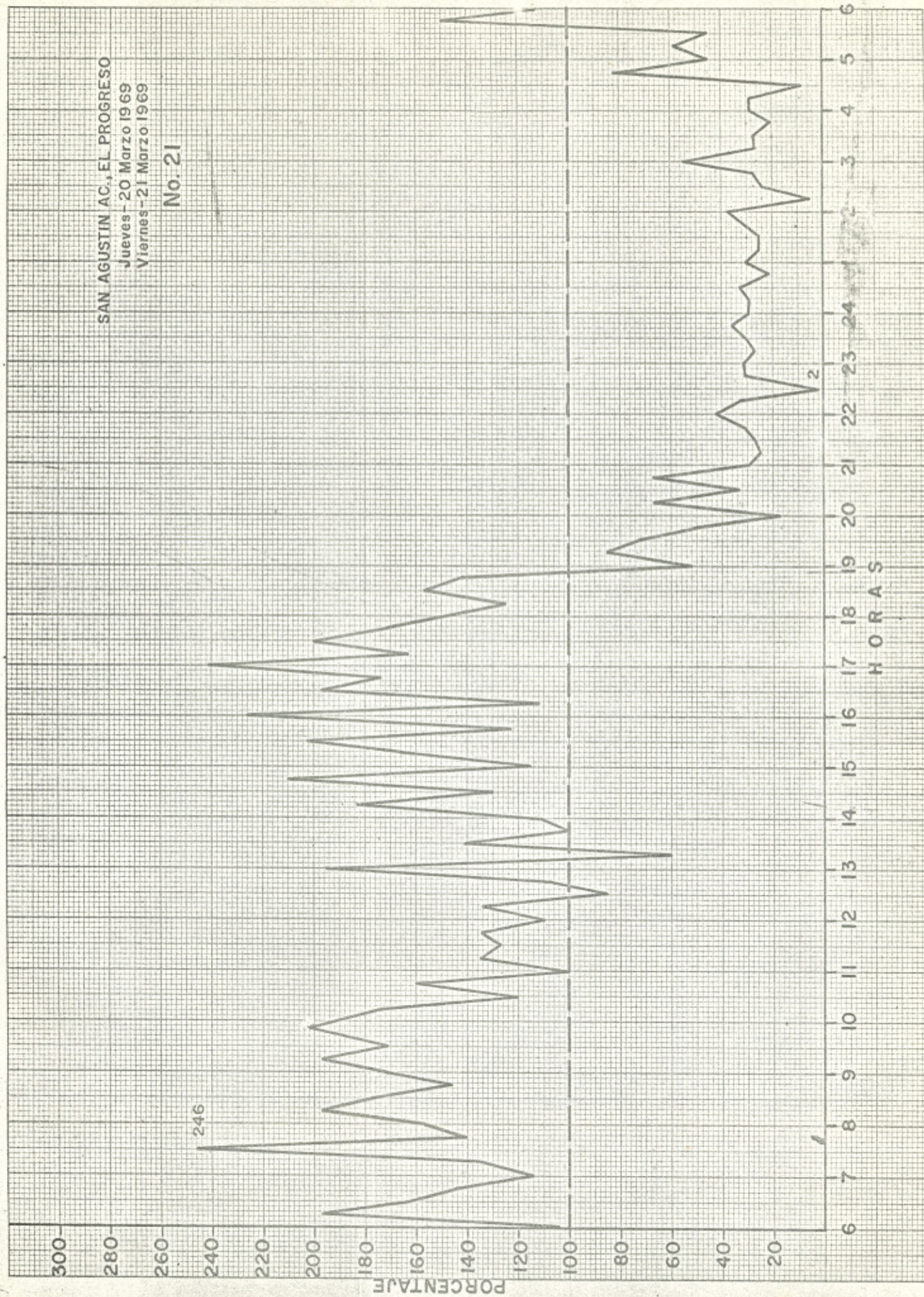


SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Miercoles - 19 Marzo 1969  
Jueves - 20 Marzo 1969  
No. 20



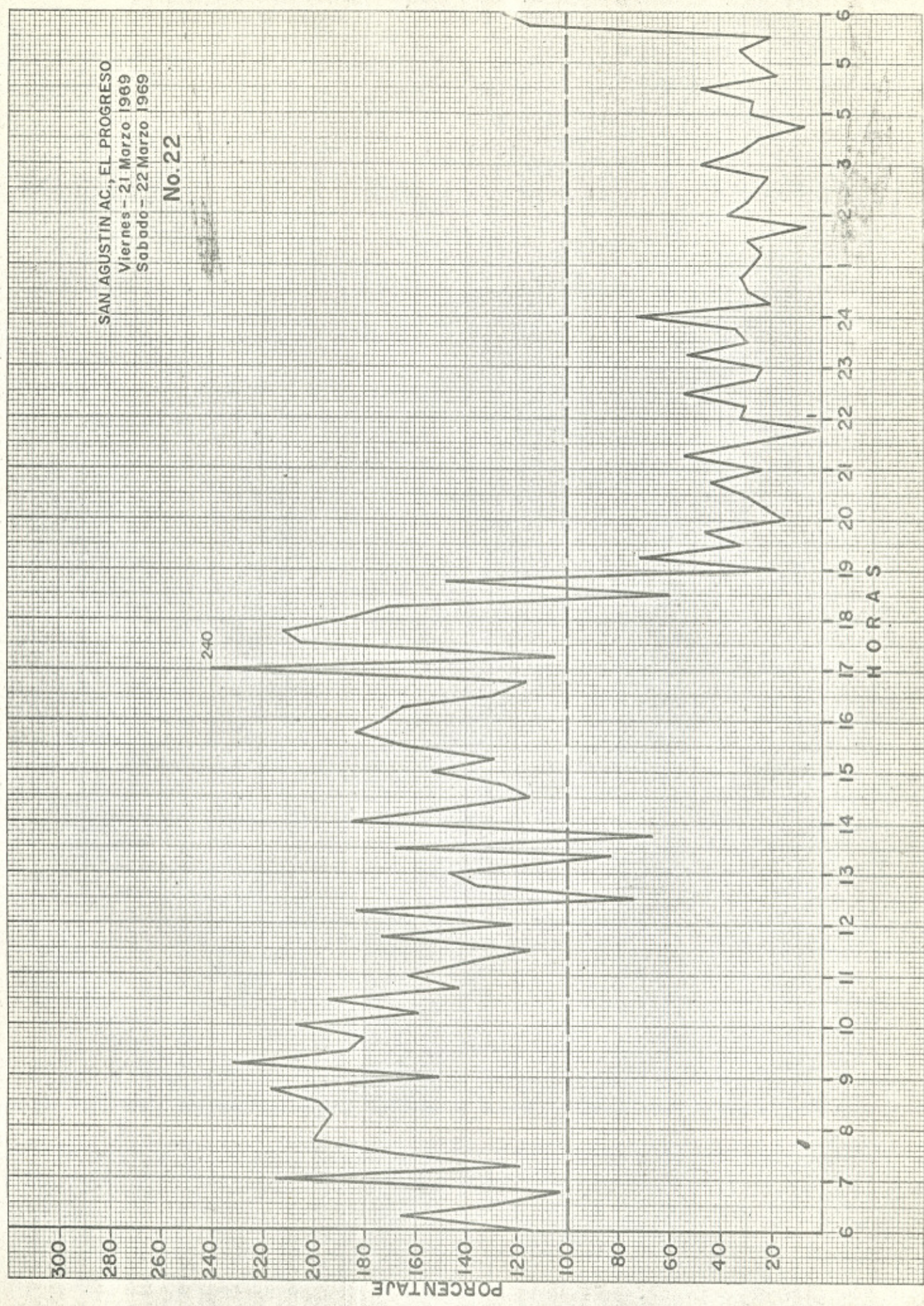


SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Jueves - 20 Marzo 1969  
Viernes - 21 Marzo 1969  
No. 21



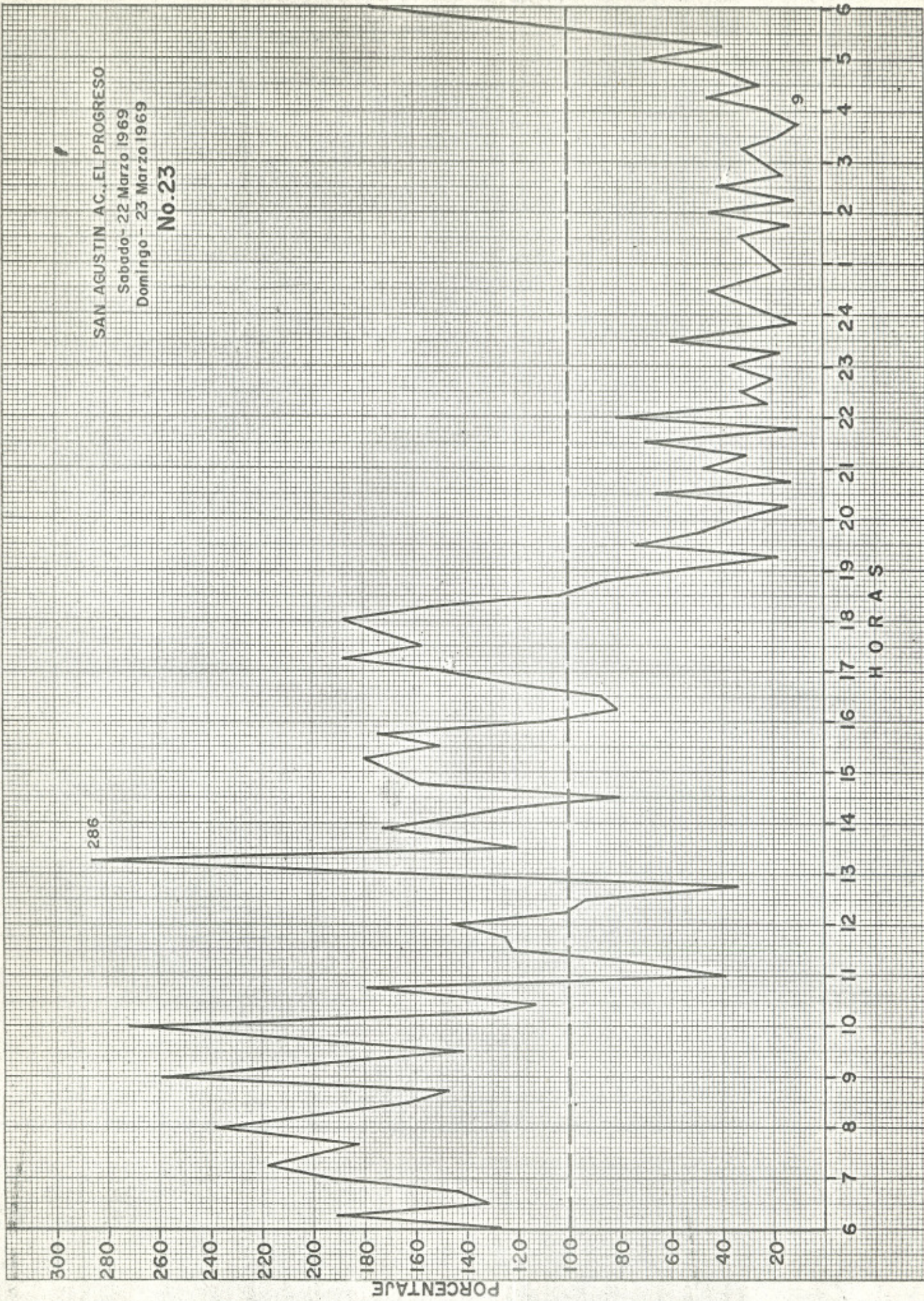


SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Viernes - 21 Marzo 1969  
Sabado - 22 Marzo 1969  
No. 22





SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Sabado - 22 Marzo 1969  
Domingo - 23 Marzo 1969  
No. 23



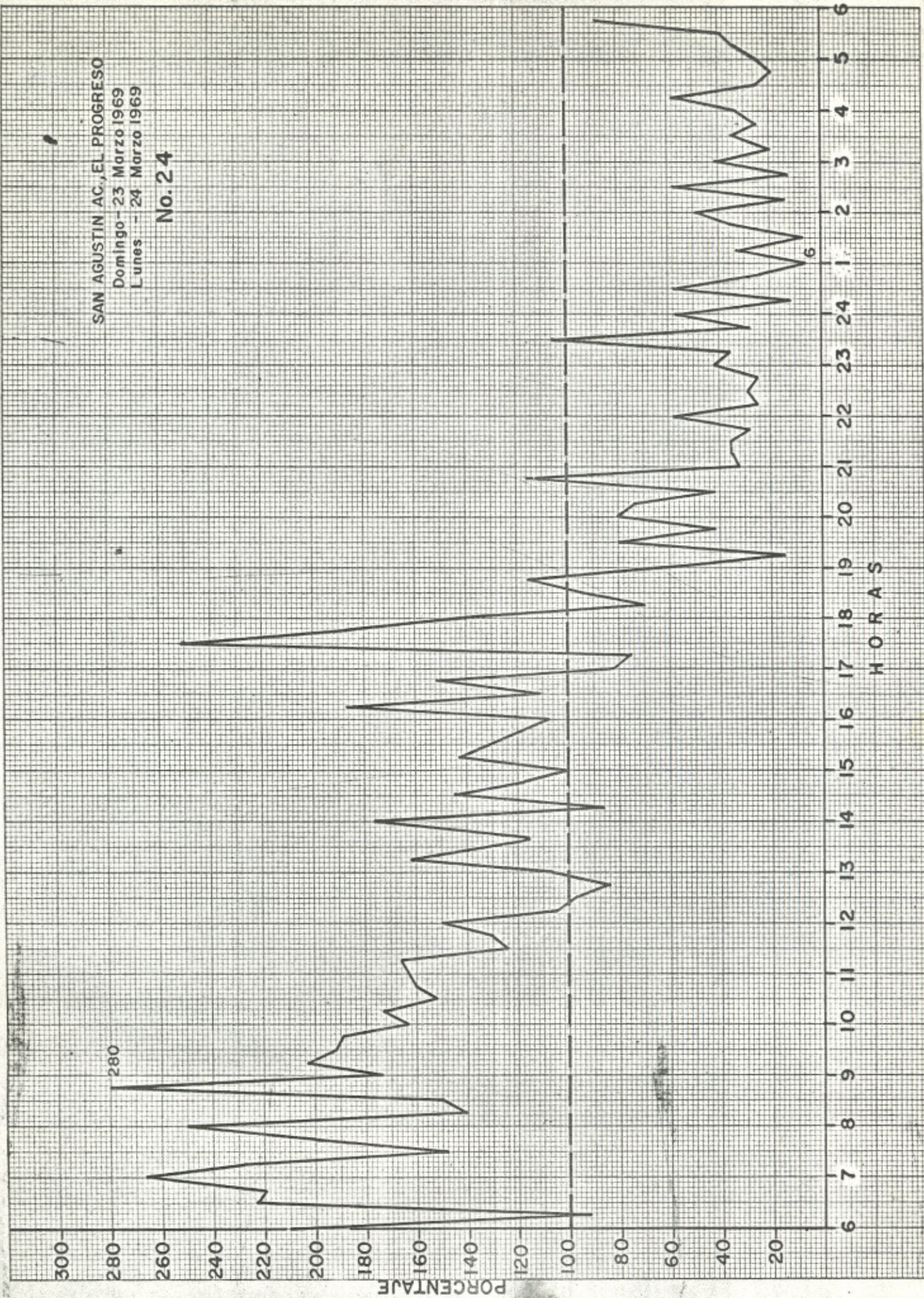


SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO

Domingo - 23 Marzo 1969

Lunes - 24 Marzo 1969

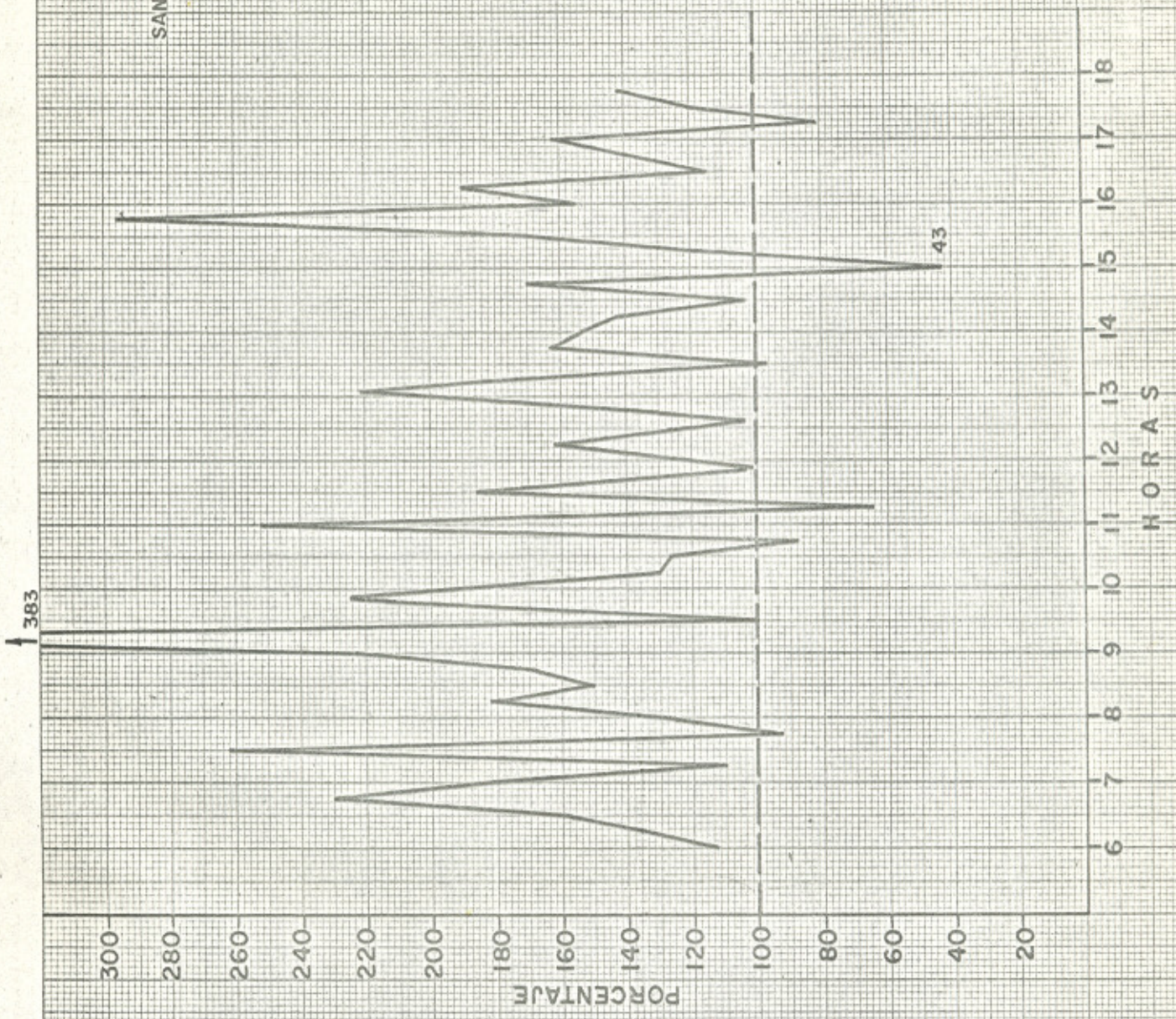
No. 24





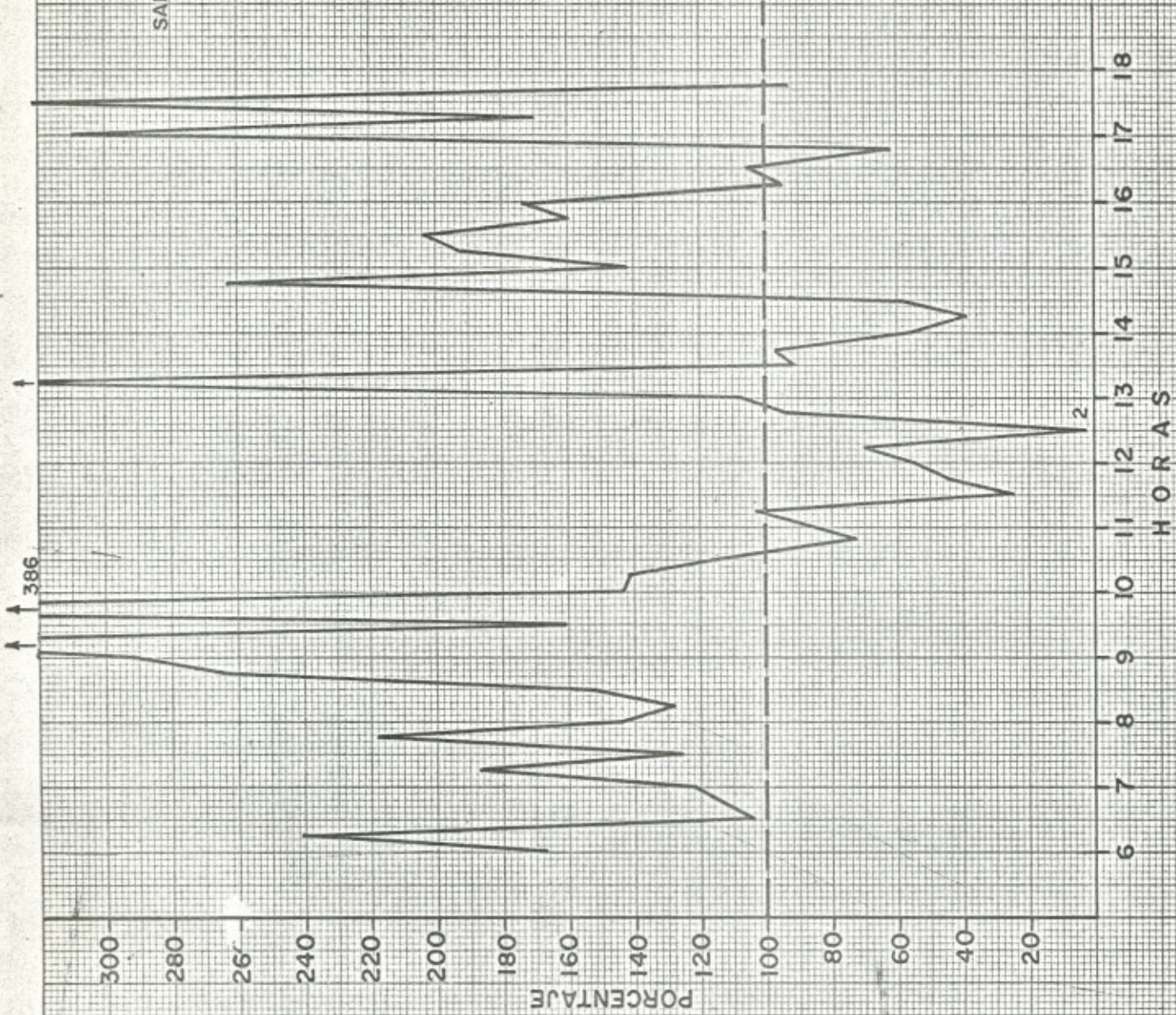
10 X 10 TO THE CENTIMETER 400 1510  
MADE IN U.S.A.  
KEUFFEL & ESSER, CO.

SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Lunes - 24 Marzo 1969  
No. 25



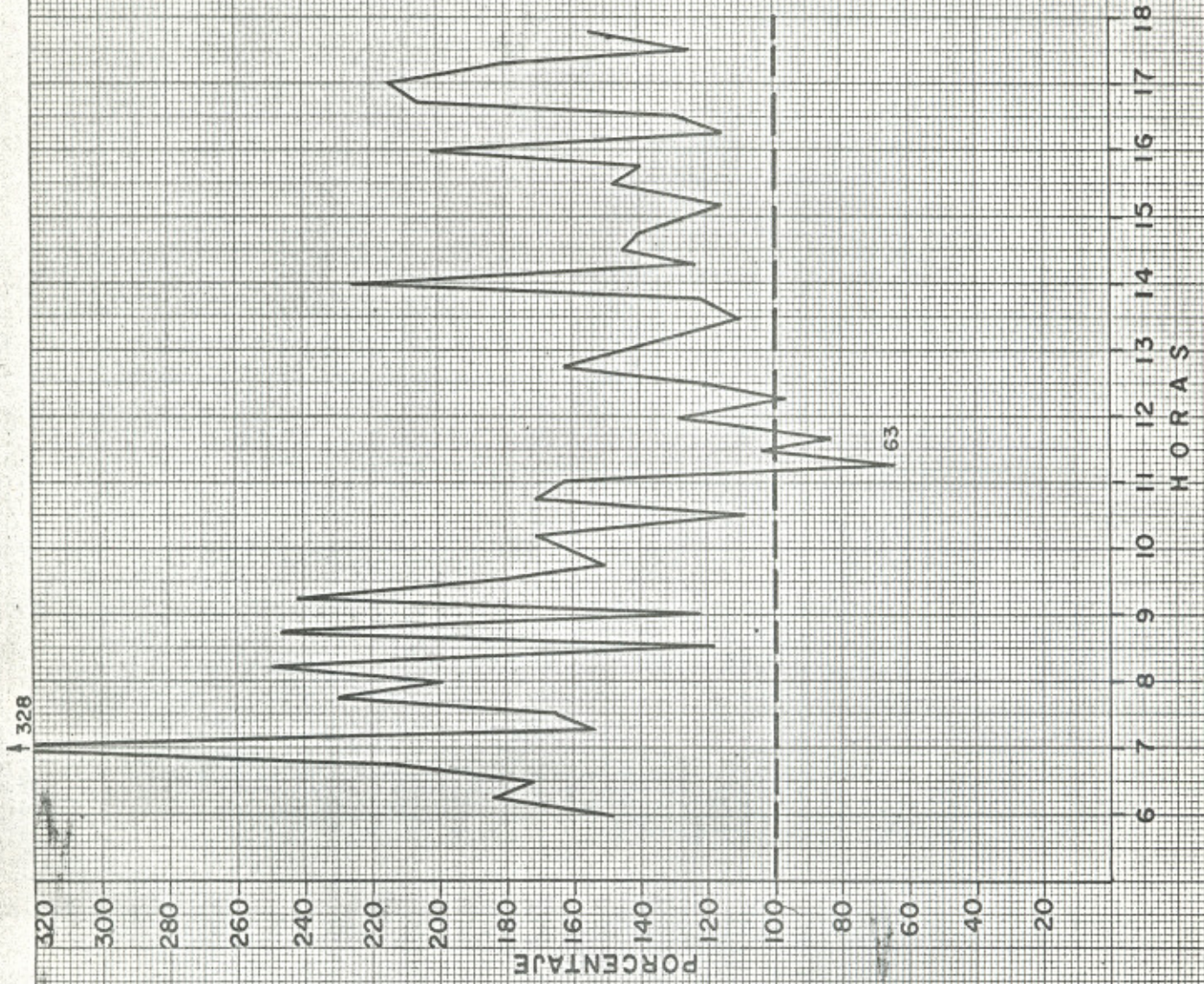


SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Martes - 25 Marzo 1969  
No. 26



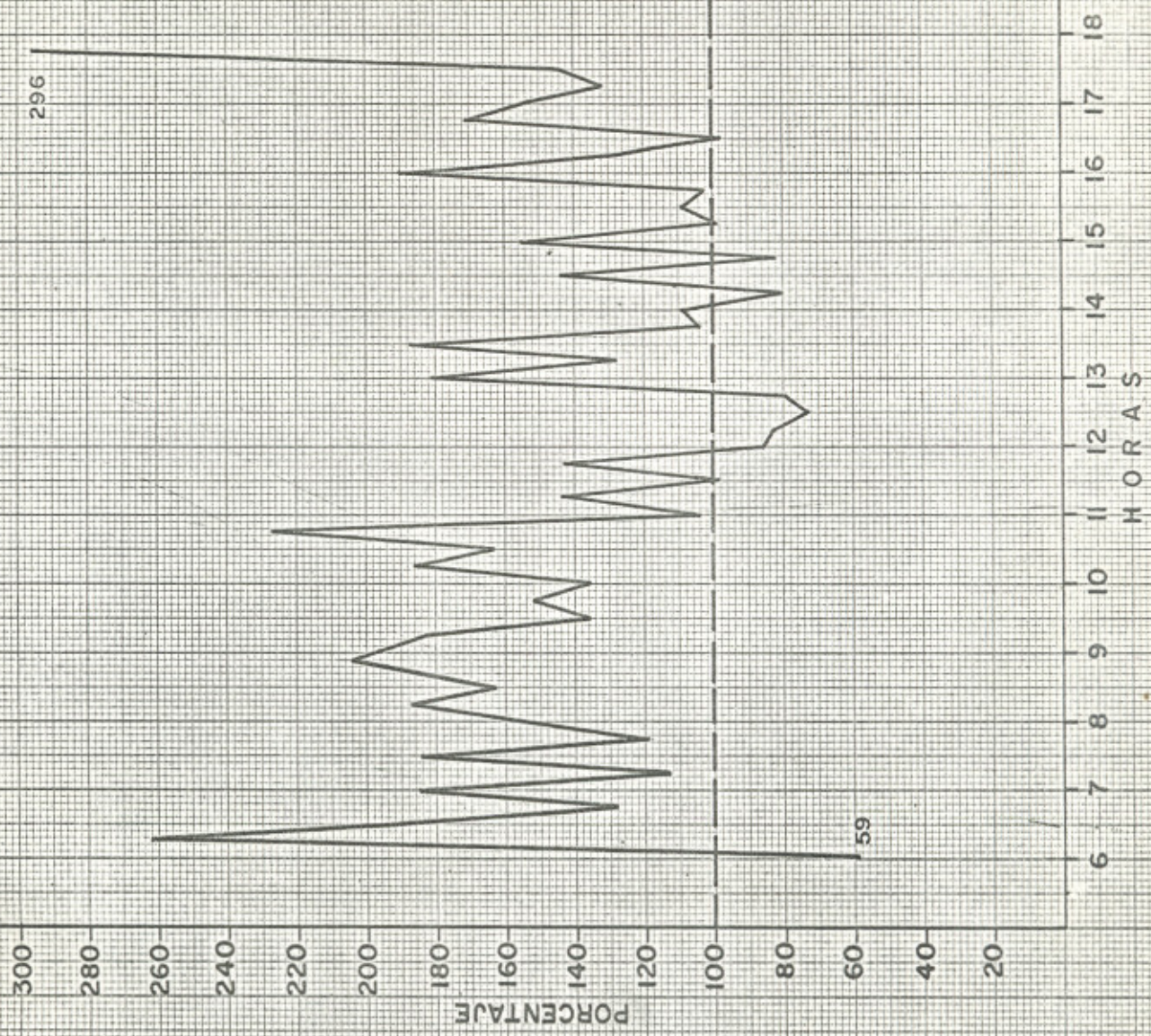


SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Miércoles 26 Marzo 1969  
No. 27





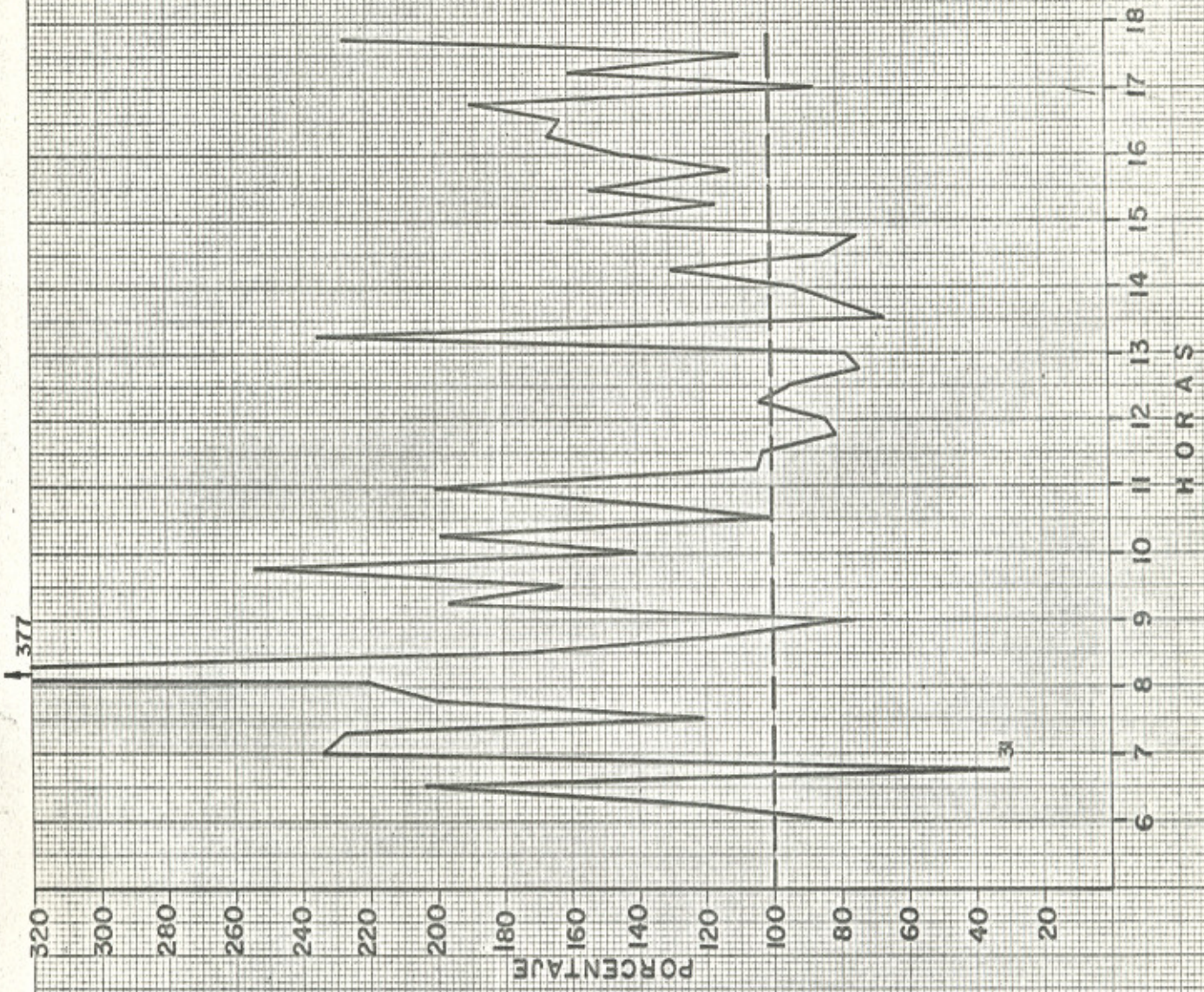
SAN AGUSTIN AC. EL PROGRESO  
Jueves - 27 Marzo 1969  
No. 28





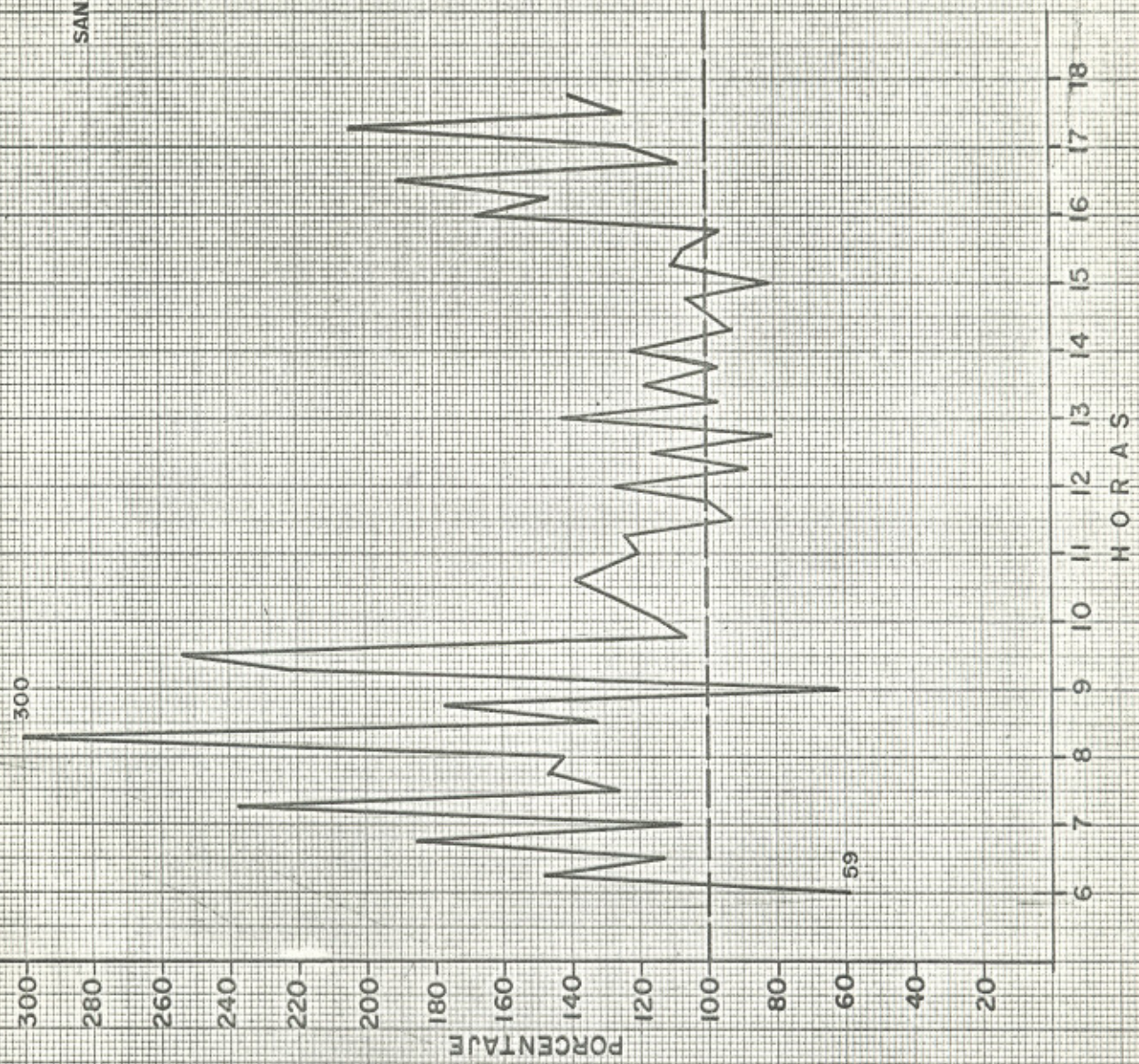
K&E  
10 X 10 TO THE CENTIMETER 46 1510  
16 X 25 CM.  
KEE, FEL & ESSER CO.  
MADE IN U.S.A.

SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Viernes 28 Marzo 1969  
No. 29



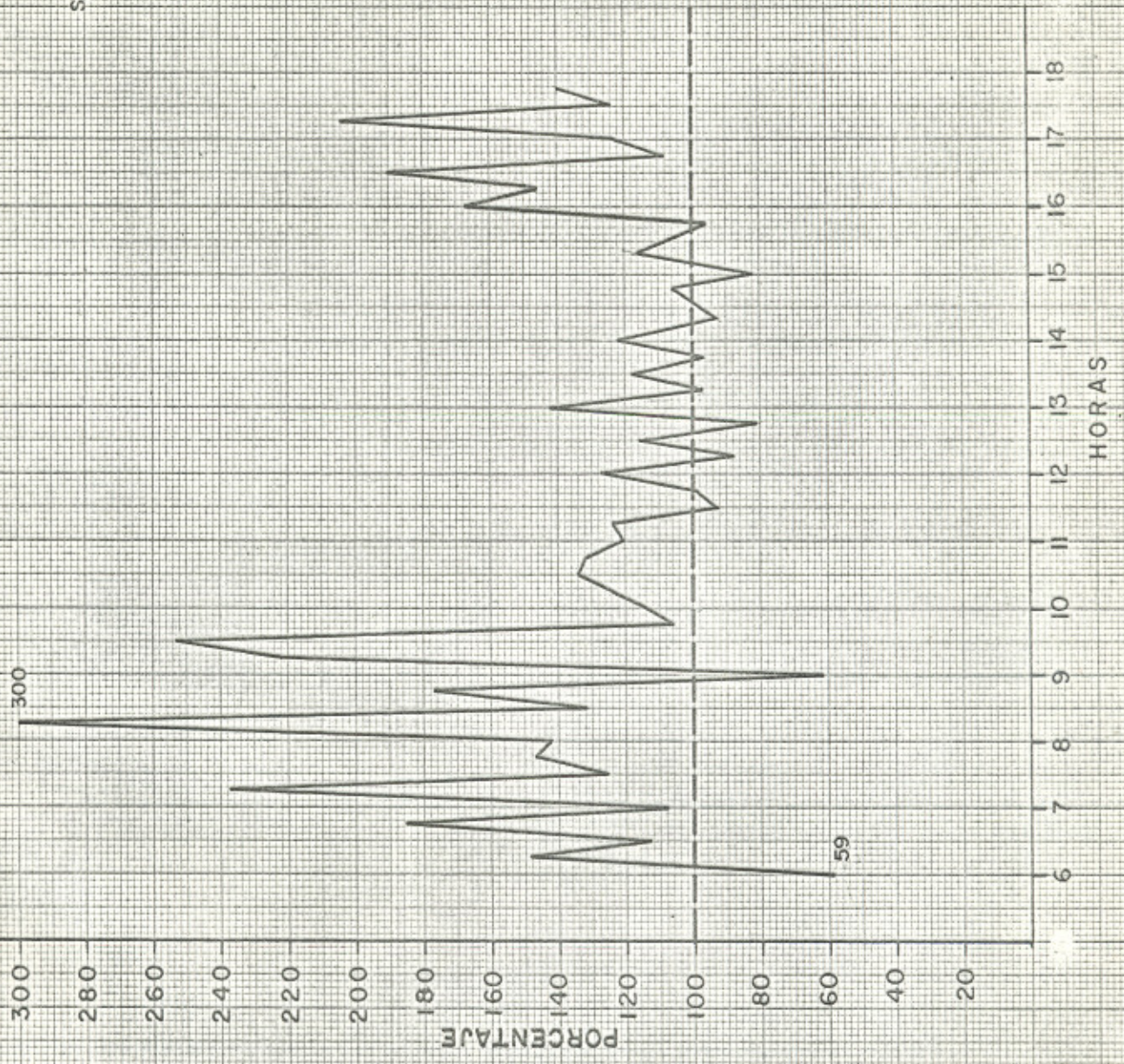


SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Sabado - 29 Marzo 1969  
No. 30



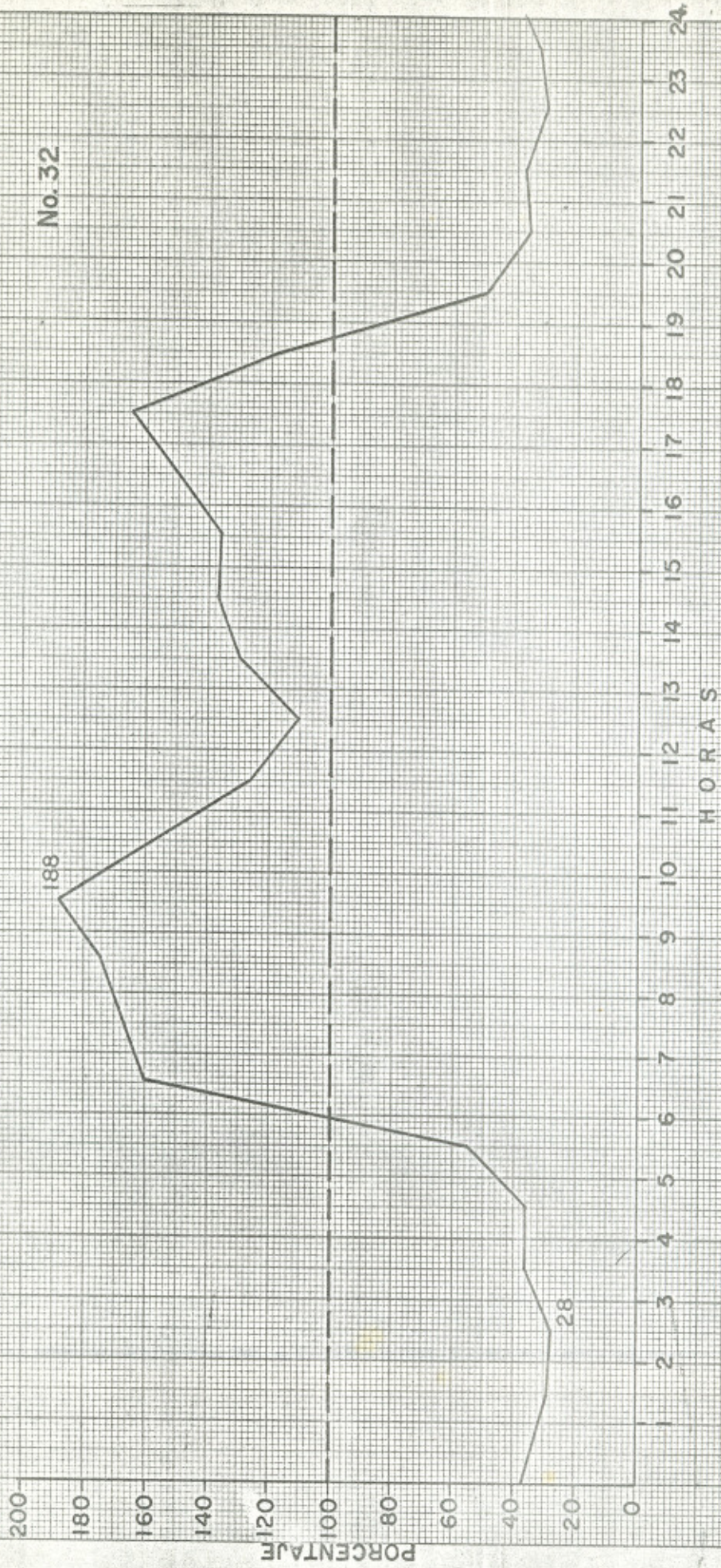


SAN AGUSTIN AC., EL PROGRESO  
Domingo - 30 Marzo 1969  
No. 31





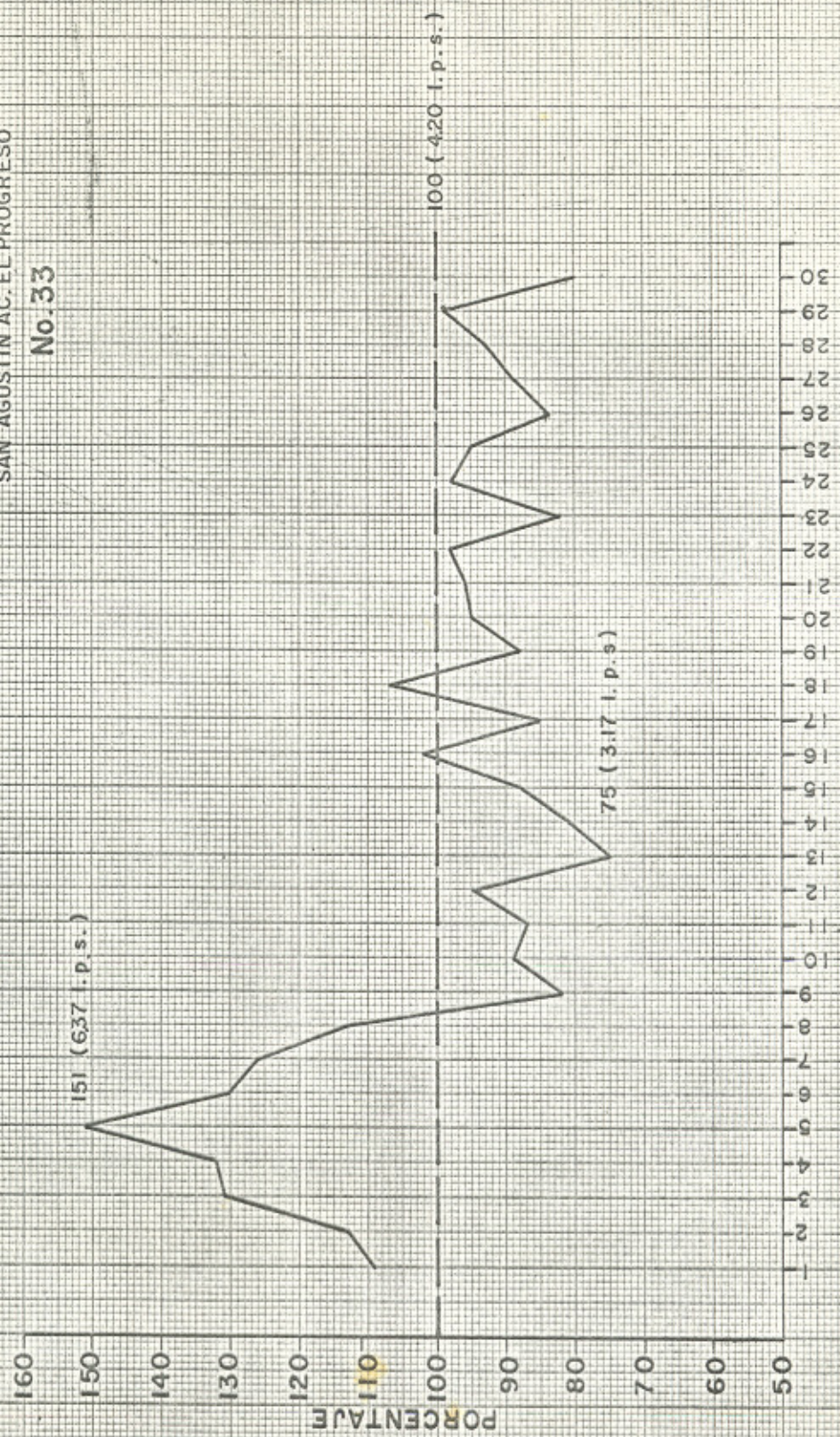
No. 32



VARIACIONES HORARIAS DEL CONSUMO DE AGUA DURANTE EL DIA PROMEDIO  
SAN AGUSTIN ACASAGASTLAN, DEPTO. EL PROGRESO



Variaciones del promedio diario  
durante el mes de marzo 1969.  
SAN AGUSTIN AC. EL PROGRESO  
No. 33



MARZO 1969



No. 34

Gráfica de comparación, en porcentajes de como  
varía la demanda domiciliar y la precipitación.

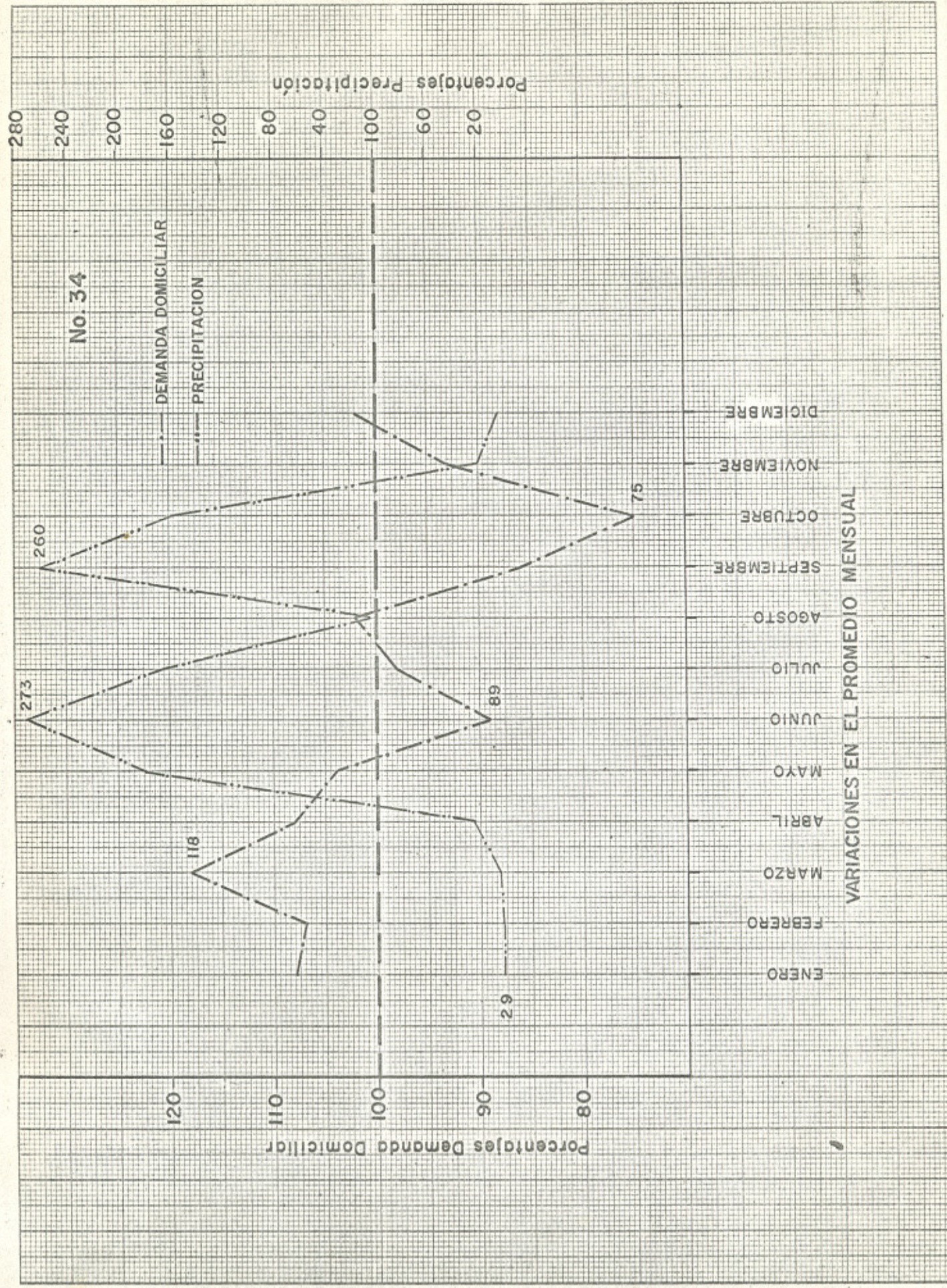


No. 34

DEMANDA DOMICILIAR

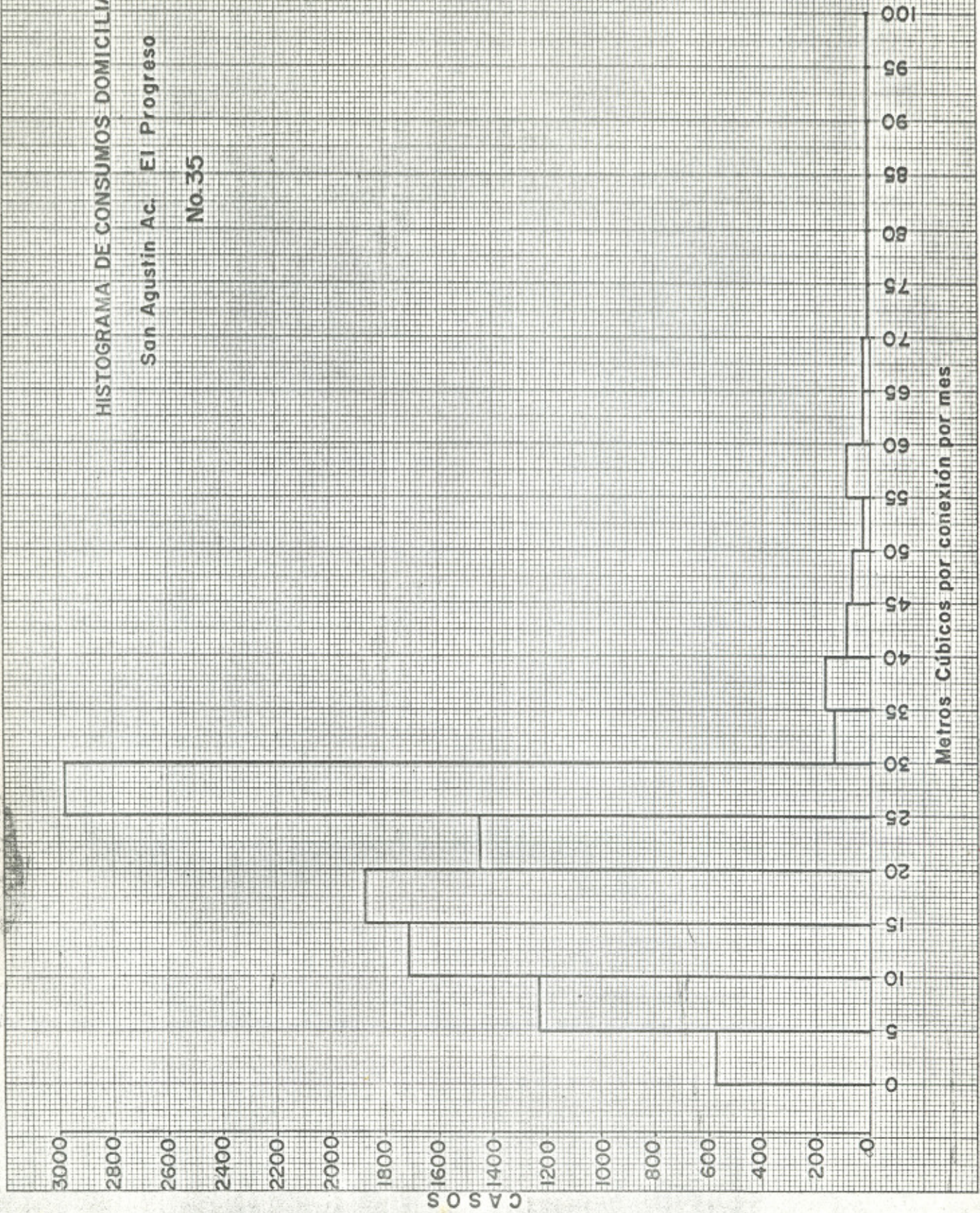
PRECIPITACION

VARIACIONES EN EL PROMEDIO MENSUAL



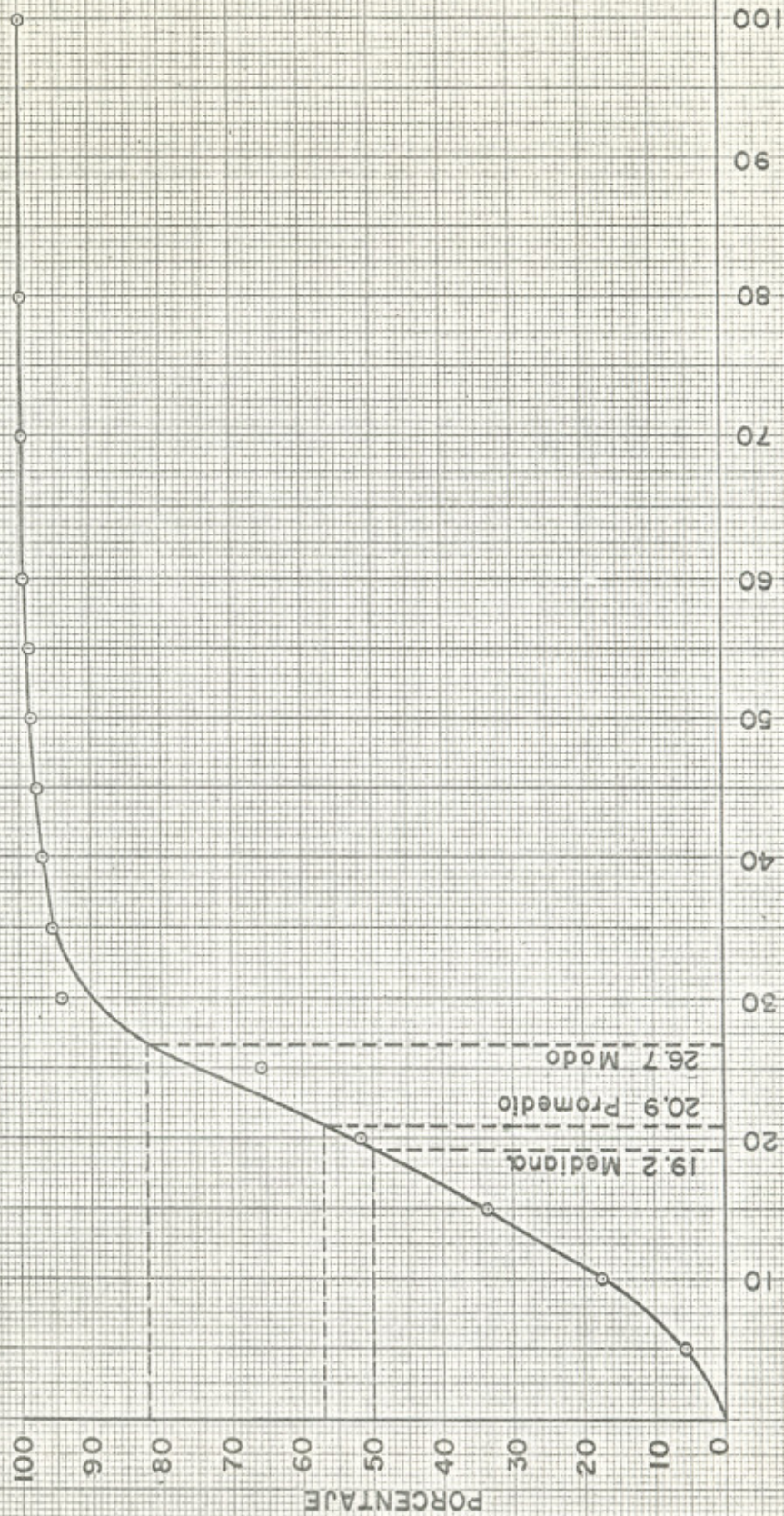


HISTOGRAMA DE CONSUMOS DOMICILIARES  
San Agustin Ac. El Progreso  
No. 35





SAN AGUSTIN ACASAGUASTLAN, EL PROGRESO  
DEMANDAS DE AGUA  
No. 36

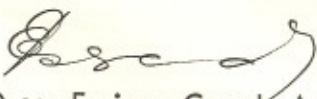


METROS CUBICOS POR CONEXION POR MES  
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS ACUMULADAS

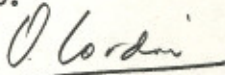






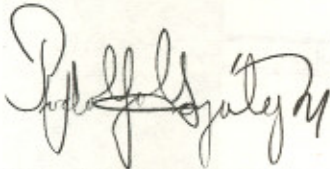
  
Oscar Enrique Casado Aguilar

Vo. Bo.



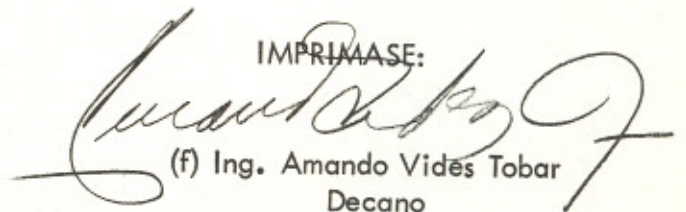
(f) Ing. Octavio Cordón M.  
Asesor

Vo. Bo.



(f) Ing. Rodolfo González M.  
Director de la Escuela Regional  
de Ingeniería Sanitaria

IMPRIMASE:

  
(f) Ing. Amando Vides Tobar  
Decano