



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA SANITARIA

PRACTICAS RECOMENDABLES PARA EL DISEÑO Y
OPERACION DE FILTROS DE TIERRA DE DIATOMEAS
EN LA OBTENCION DE AGUA POTABLE

TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO
DE INGENIERO SANITARIO
POR EL EX-ALUMNO

LUIS CHANG REYES

TOMO II

PROMOCION 1961

LIMA - PERU

AGOSTO - 1962

HISTORIA.-

Durante el mes de Setiembre del año pasado, decidí llevar conjuntamente con el desarrollo de la parte literal, un estudio práctico y experimental en los Laboratorios de nuestra Facultad de Ingeniería Sanitaria, tomando como trabajo un tema muy interesante a juzgar por el Dr. Robert Baumann experimentado profesional en la materia. El tema versa sobre la reutilización del elemento filtrante o sea la tierra de diatomeas.

Según se puede notar por la lectura de la parte primera, el elemento filtrante constituido por los revestimientos primarios y secundarios (precoat y body feed) una vez que la carrera filtrante ha concluido es arrojado al desagüe. Me decidí a realizar este estudio dado que la dificultad de introducir este tipo de filtro en nuestro medio lo constituye principalmente el costo de la tierra diatomácea ya que ella es actualmente importada.

Impulsado por las experiencias realizadas en los Laboratorios de la Universidad de Iowa, U.S.A. y sin tomar en consideración las dificultades que sabría se me presentarían en el camino, comencé en primer lugar, a conseguir el equipo necesario para la instalación del filtro. Contando con el permiso necesario

para poder hacer uso del laboratorio de la facultad y habiéndome proporcionado unos tubos plásticos que servirían para el cuerpo del filtro, hice una lista ennumerando el resto de materiales que se necesitaban para poder llevar a cabo la instalación.

Y aquí deseo hacer un párrafo especial para mencionar a la casa Matusita que se brindó a proporcionarme los materiales necesarios debido a una feliz iniciativa del autor, conjuntamente con el apoyo del Decano de nuestra Facultad, Ingeniero Alejandro Beúnza Gómez.

Los materiales proporcionados por la casa Matusita han sido los siguientes:

- 1 Bomba National de 1/8 H.P.
- 30 metros de tubo duroplástico de 1/2"
- 20 metros de tubo duroplástico de 1"
- 3 flotadores italianos para tanque alto
- 12 llaves de 1/2" alemanas
- 2 llaves de 1" alemanas
- 1 tanque eternit de 1000 litros con tapa
- 10 codos de fierro galvanizado de 1/2 x 45°
- 4 codos de fierro galvanizado de 1" x 45°
- 2 válvulas Check horizontal de 1/2" Crane.
- 3 tarros de pintura anticorrosiva
- 2 tarros de pegamento duroplástico

- 10 "y" sanitarias de fierro galvanizado de 1/2"
- 5 uniones simples galvanizadas de 1"
- 10 abrazaderas galvanizadas de 1/2 para manguera
- 10 metros de manguera plástica de 1/2".

Todos estos materiales fueron entregados el 3 de Octubre del año pasado, comenzando de inmediato la construcción del filtro. Trabajando en forma intensa desde esa fecha ya sea en el Laboratorio de la Facultad ó en los talleres de la Universidad no se puo terminar la instalación y llevar a cabo las pruebas iniciales, sino hasta fines del mes de Febrero del presente año.

Fué en esta fecha cuando me pude dar cuenta que todo el trabajo realizado había sido estéril, pues el largo tiempo demorado hasta entonces, se debía principalmente a las dificultades que se iban presentando durante la instalación. Proseguirlas bajo las mismas condiciones no hubiéra sido exactamente lo mas adecuado, decidiendo suspender las pruebas.

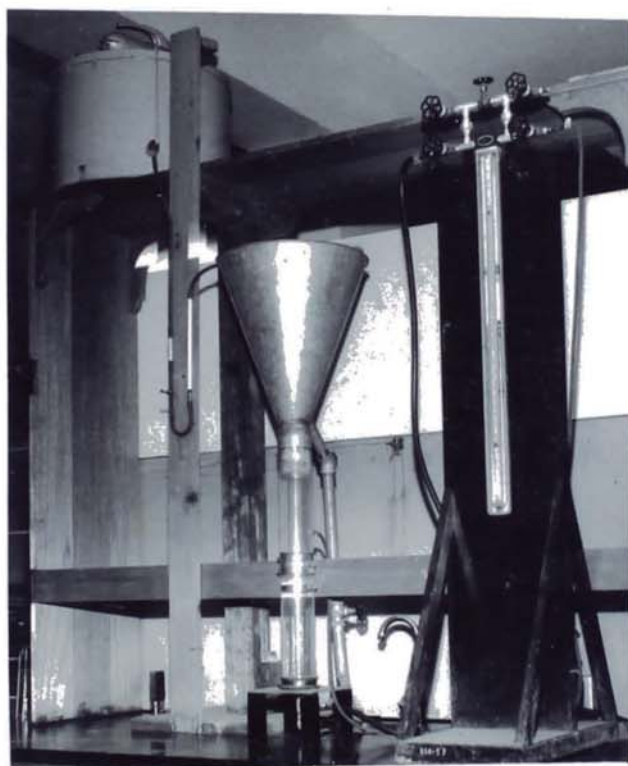
Si bien reconozco que el estudio que proyecté llevar a cabo no lo he podido concluir, considero sin embargo, que este no ha sido del todo un fracaso, por cuanto he llegado a algunas conclusiones:

En primer lugar no se pueden realizar experimentos de laboratorio, si no se posee equipo adecuado para tales estudios, pues en mi caso los aparatos, los medidores y reguladores fueron contruidos en forma casera por mi mismo, desprendiéndose de ello el motivo por el cual no he podido concluir lo proyectado. Se supone que en un estudio de esta índole es necesario en primer lugar la exactitud de las mediciones, pues si ellas no son exactas, no se podría bajo ningún punto de vista llegar a conclusión alguna. Por lo tanto este tipo de aparatos deben ser pedidos a casas especializadas en la materia y que garanticen el propósito para el cual se van a utilizar.

En segundo lugar se requiere personal especializado dedicado especialmente a trabajos de esta índole que puedan servir de guía para los alumnos que tengan interés en realizar este tipo de estudios.

Considero de suma importancia que se establezca en nuestra Facultad, un Instituto de Investigaciones, el cual podría muy bien ser financiado por la Industria Nacional y las Instituciones Estatales nacionales y extranjeras. Este Instituto de Investigaciones realizaría trabajos para diversas industrias nacionales, trabajos que se supone no podrían ser realizados en los propios centros industriales por la imposibilidad de poseer equipos de laboratorio que como se sabe son de alto costo.

FIG. # 1



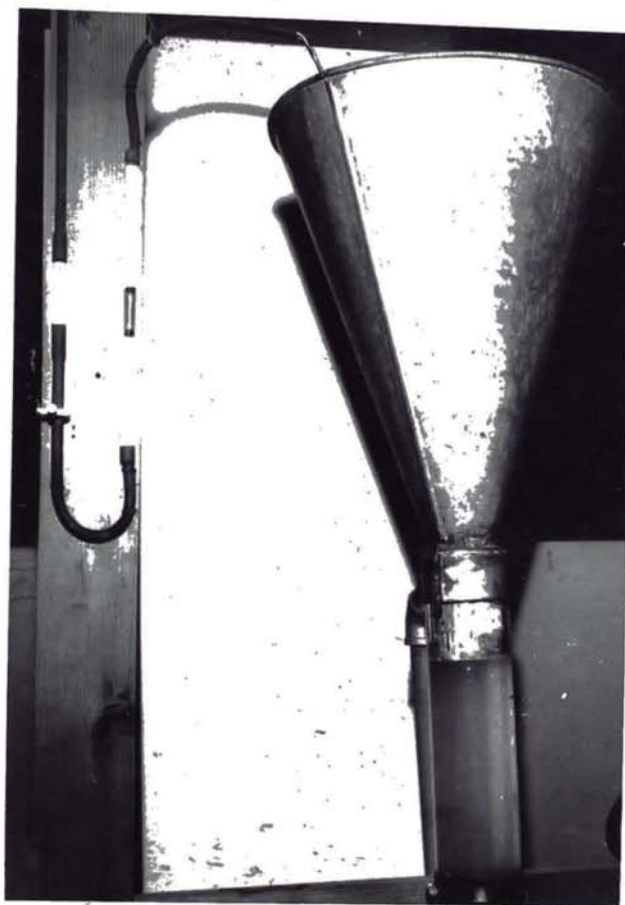
VISTA GENERAL DE LA INSTALACION
DEL FILTRO AL VACIO UTILIZADO
EN LAS PRUEBAS.

FIG. # 2



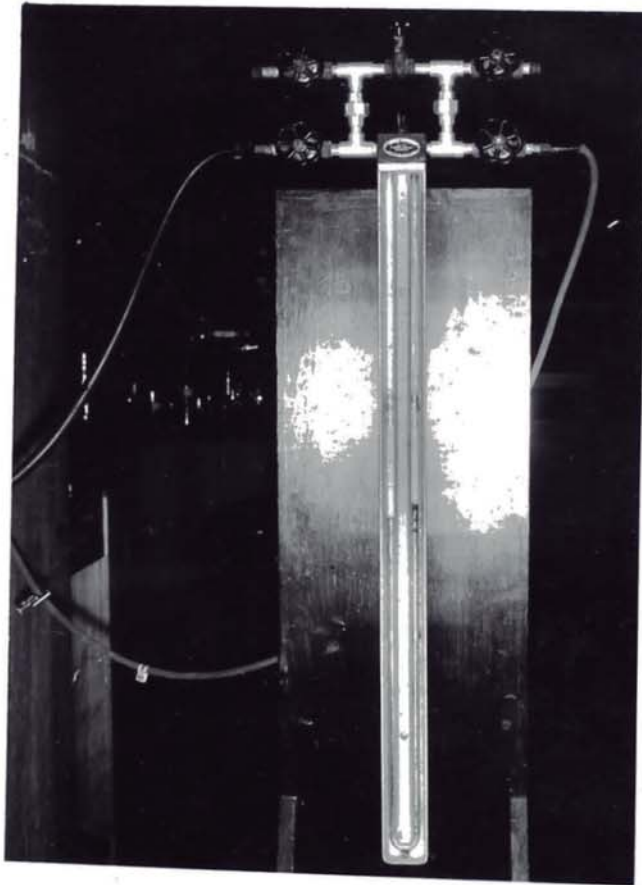
FORMA DE REGULAR
EL ROTAMETRO

FIG. # 3



A. ROTAMETRO
ENTRADA DE AGUA AL FILTRO

FIG. # 5



MANOMETRO

FIG. # 6



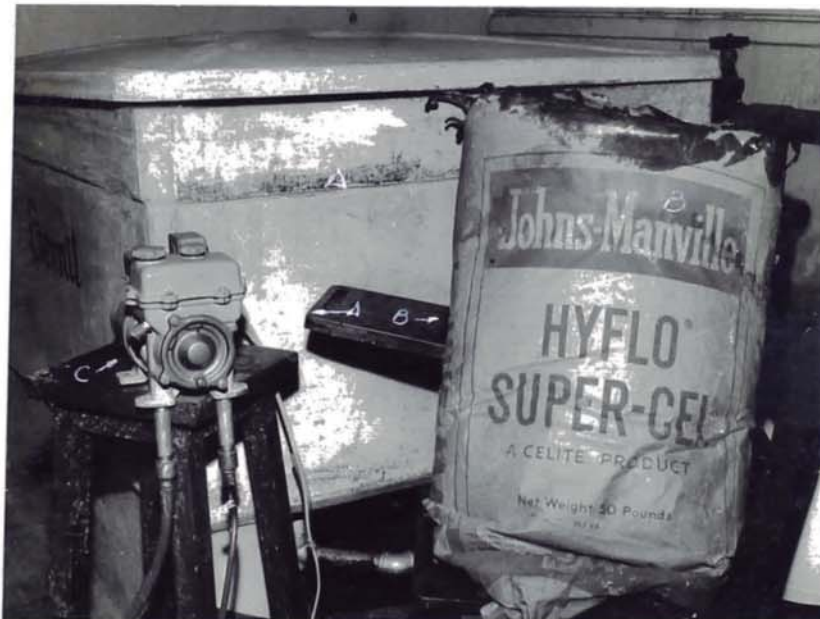
LECTURA DEL MANOMETRO

FIG.# 7



AGITADOR LENTO

FIG. # 9



- A. TANGUE DE AGUA FILTRADA
- B. TIERRA DE DIATOMOAS "SUPER-CEL"
- C. BOMBA DE SERVICIO

INTRODUCCION

HISTORIA.-

Durante el mes de Agosto del año 1960 tuve la oportunidad de conocer al Ingeniero Harris Seidel en la ciudad de Arequipa en donde nos encontrábamos en un viaje de práctica con los Ingenieros Edmundo Elmore y Jorge Pflücker.

El Ingeniero Harris Seidel es un profesional norteamericano que fué enviado por el Banco Mundial a revisar el Proyecto de Abastecimiento de Agua de la ciudad de Arequipa. Luego de su retorno a los Estados Unidos mantuve contacto con dicho profesional y por intermedio de él y el ingeniero Charles Morse de la Oficina Panamericana de Lima, fuí invitado a permanecer durante 4 meses en la ciudad de Ames de los Estados Unidos de Norteamérica. En dicha ciudad el ingeniero Harris Seidel es Director de las Plantas de Agua y Tratamiento de Desagües. En la misma ciudad se encuentra la Universidad del Estado de Iowa donde conocí al Dr. Robert Baumann quién es Jefe del Departamento de Ingeniería Sanitaria de dicha Universidad.

A los pocos días de mi llegada y cuando me encontraba trabajando en las plantas de agua y tratamiento de desagües fuí llamado por el Dr. Robert Baumann quién me propuso realizar un trabajo de investigación en el Laboratorio de la Universidad, durante mis horas extras.

Dicho trabajo me interesó a tal punto que decidí abandonar el de las plantas en la ciudad y dedicarme de lleno al de la Investigación. El volumen de trabajo por hacer era considerable y luego de la serie de imprevistos que siempre ocurren en este tipo de estudios, pude concluirlo el día 5 de Mayo de 1961.

PROPOSITO DEL ESTUDIO.-

Habiéndose llegado a la conclusión, según estudios realizados con este tipo de filtros, que agregando determinadas cantidades de ayudas filtrantes durante el ciclo de filtración, se logra una carrera más larga del filtro, esto es, mayor volumen de agua que si no se le agregara dicha cantidad. Esta cantidad agregada es el revestimiento secundario o body feed.

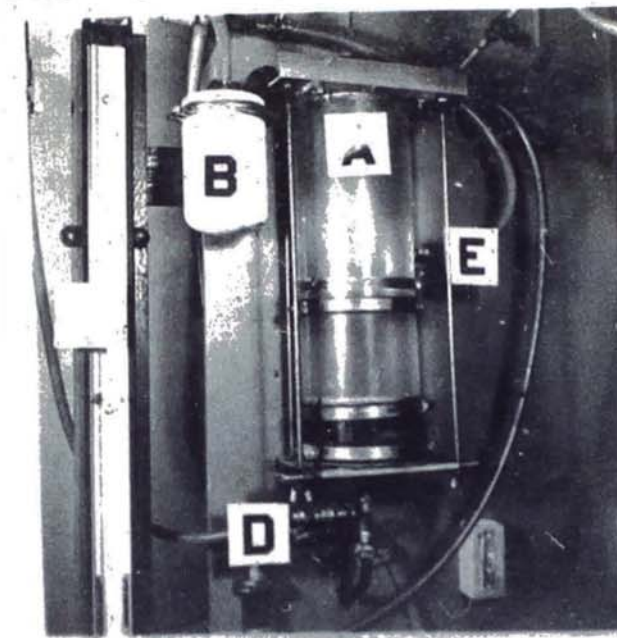
El propósito del presente trabajo, realizado por la Universidad del Estado de Iowa y ejecutado por el autor, es justamente encontrar aquellas cantidades adecuadas que se deben agregar al filtro, cuando se está filtrando cierta calidad de agua, a un determinado promedio de flujo.

Se ha llevado a cabo este estudio, debido a que la mayor parte del agua de los pozos existentes en el

estado de Iowa, contienen ciertas concentraciones de fierro; las cuales llegan hasta 6 ppm. Es por esto que las pruebas han sido realizadas con concentraciones de 7, 4 y 2 ppm de fierro.

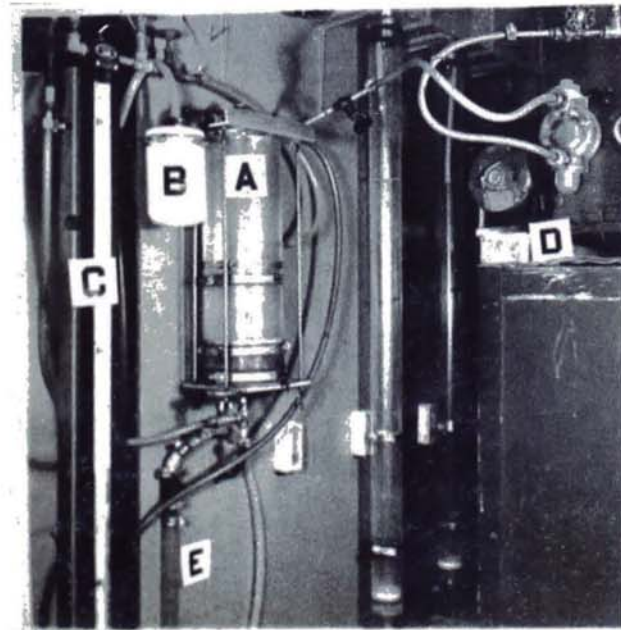
Este estudio de suma importancia, ya que de ésta manera, los operadores de los filtros por diatomeas, saben exactamente cual es la cantidad más apropiada de ayuda filtrante que se debe agregar durante el ciclo de filtración para determinados promedios de flujo y concentraciones de fierro del agua para filtrar.

FIG. # 10



VISTA DEL
CUERPO
DEL
FILTRO

FIG. # 11



A. CUERPO PLASTICO.
B. RECIPIENTE DE
PRECOAT.
C. MANOMETRO
D. CHEM-O-FEEDER

Ambas partes se encuentran unidas con un pegamento y en la parte exterior la sostiene una brida de acero ajustable por medio de un tornillo. De la misma manera el filtro se encuentra dividido en la mitad o sea a los 25 cm. a partir del fondo, para desarmarlo después de cada carrera de filtración y poder lavarlo en forma manual.

En el momento de iniciar una carrera de filtración, la estructura se encuentra fuertemente ajustada en sus bases por medio de dos placas metálicas perforadas, en las que se encuentran las tuberías del influente en la superior y efluente en la inferior. Estas dos placas son ajustadas por medio de cuatro varillas las que en la parte inferior poseen tuercas de tipo mariposa que son operadas en forma manual.

A un costado de la estructura superior del filtro, se encuentra un recipiente desarmable, para poder colocar la ayuda filtrante en el momento del revestimiento primario (precoat).

En el otro costado de la estructura superior del filtro, penetra una tubería que es la que lleva la ayuda filtrante para el revestimiento Secundario (body feed).

La placa inferior es atravesada por una tubería que es la que lleva el agua filtrada. Justo debajo de la placa hay una Tee, de la que sale una manguera que

se conecta a uno de los brazos del manómetro, el otro brazo está conectado a una perforación en la estructura plástica por encima de la criba.

Los promedios de flujo son mantenidos constantes en el sistema utilizando un regulador de flujo en la tubería efluente. Este regulador restringe el flujo al comienzo de un ciclo de filtración cuando la pérdida de carga a través de la criba es baja, y la que es abierta gradualmente, a medida que la pérdida de carga a través del keke filtrante aumenta. El rotómetro utilizado es marca Fisher y Porter e indica flujos de 1GPM á 9.6GPM en una escala que vá de 0 a 100. El promedio de flujo puede ser graduado y está indicado por el efecto del flujo a lo largo de un tubo de vidrio vertical el cual contiene un flotador de acero. El total de agua filtrada ingresa por el fondo del tubo de vidrio pasando a lo largo de él para finalmente salir por la parte superior. La altura a la cual se levanta el flotador de acero, es indicada por una escala impresa en el tubo de vidrio que como se ha dicho vá de 0 á 100 la cual está relacionada por medio de una tabla al caudal, en GPM.

Durante la investigación se utilizó una bomba centrífuga marca Fairbams - Morse, de 2 caballos de fuerza, capáz de entregar 10GPM de agua a una altura de descarga de 140 pies.

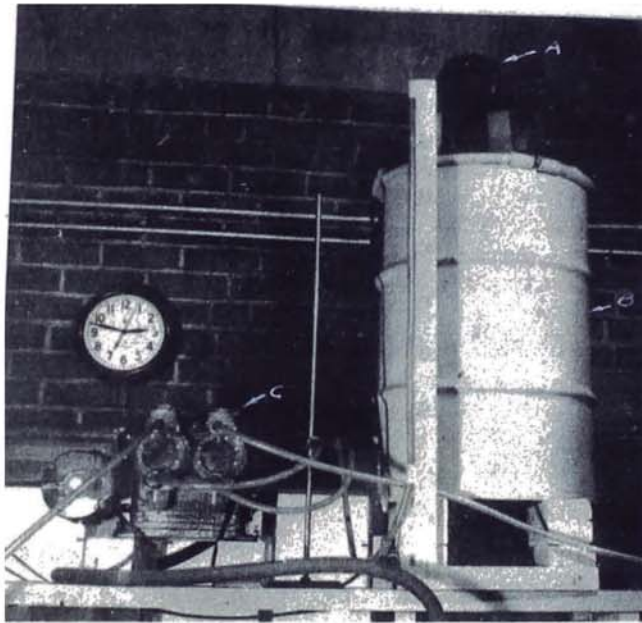
Se utilizó también un manómetro de mercurio graduo en pulgadas, el cual mide la pérdida de carga a través de las cribas. El revestimiento primario es depositado en un recipiente, el cual puede contener hasta un máximo de 750 gramos de tierra de diatomea. El revestimiento es depositado en éste sistema sin re circulación.

El revestimiento secundario es inyectado directamente en la estructura del filtro, en el comporta - miento de agua cruda.

Mecanismo del Revestimiento Secundario.-

La fig. 12 es una vista general del mecanismo de revestimiento secundario utilizado en el equipo piloto para este estudio. Se utilizó un equipo de bombeo especial de dos diafragmas. Este equipo es llamado Cham -O- Feeder y es movido por un motor de inducción de 1/4 HP. Todas las partes que se encuentran en contacto directo con la mezcla son de un plástico transparente, jebe ó acero inoxidable. Con este equipo se puede apreciar perfectamente, el movimiento de la mez - cla, la acción de la válvula Check, la acción del dia - fragma ó la presencia de aire entrampado u otra materia extraña que pudiera interferir su correcto funcionamien - to. Los diafragmas son de jebe sintético reforzado.

FIG. # 12



EQUIPO
DE
BODY FEED

- A. AGITADOR LENTO
- B. TANQUE MEZCLADOR
- C. CHEM-O-FEEDER

El Chem -0- Feeder está diseñado para inyectar contra una presión no mayor de 100 libras por pulgada cuadrado.

La mezcla de tierra de diatomea y agua para el revertimiento secundario es producida en un tanque de 114 litros de capacidad el cual está equipado con un mezclador de baja velocidad. Este mezclador es movido por un motor de 1/6 HP a 75 revoluciones por minuto. Al costado del tanque se ha colocado un tubo de vidrio, el cual se halla conectado con la parte inferior del tanque y desde el cual se puede apreciar la variación del nivel de la mezcla.

Abastecimiento de Agua Filtrada.-

El abastecimiento de Agua filtrada para ser utilizada en el revestimiento primario es almacenado en un recipiente de 40 galones. Este recipiente posee una tubería cerca del borde superior, para que el agua fluya por gravedad hacia el desagüe. Siendo el recipiente abastecido con el agua que ha sido filtrada.

Ayuda Filtrante Utilizada.-

Para esta investigación se utilizó tierra de diatomeas la que era prevista por la compañía Johns Manville, que extrae este producto de los yacimientos de su

propiedad en Lompoc, California. El tipo de diatomea que se utilizó en este estudio es el Celite 535, el cual fué escogido debido a que la mayor parte de las investigaciones han sido llevadas a cabo con este tipo de diatomeas.

Abastecimiento de Agua Cruda.-

Para llevar a cabo las pruebas de investigación se necesitó preparar agua con cierta concentración de fierro. Esta dilución se realizó en un tanque de 320 litros de capacidad, el cual era llenado con agua del edificio a una temperatura calibrada en 20°C, al mismo tiempo que se llenaba el tanque se agrega una concentración de sulfato ferroso (FeSO_4) en forma líquida por medio de un goteo continuo. En el fondo del tanque se colocó una manguera que llevaba aire, para producir un agitamiento en el momento de la adición del fierro así como su oxidación.

La dilución así formada pasaba a otro tanque de menor capacidad del cual se tomaba la cantidad necesaria de agua a ser filtrada, arrojándose el resto al desagüe.

PROCEDIMIENTO DE LAS PRUEBAS

DATOS COLECTADOS.-

Durante cada carrera filtrante realizada en el presente estudio, se colectaron los siguientes datos:

1. Tipo de diatomita.
2. Cantidad de revestimiento primario (precoat)
3. Cantidad de revestimiento secundario (body feed).
4. Promedio de flujo.
5. Pérdida de carga en piés de agua a 20°C
6. Hora en que se realiza la observación.
7. Calidad del agua del influente y efluente.
 - a) Temperatura.
 - b) Contenido de fierro.
8. Observaciones variadas.

Durante toda la investigación el tipo de diatomita que se utilizó fué el Celite 535. Para el revestimiento primario, la cantidad mantenido fue de 0.15 gm/cm² lo que correspondía a 24 gm ya que el área del filtro es 164.5 cm². El revestimiento secundario era predeterminado para cada prueba de filtración y varía entre 20 ppm y 1000 ppm. El promedio de flujo es variable entre 60, 120 y 180 m³/m² x día. De acuerdo con el diámetro del filtro y el tiempo en minutos, el rotámetro era fijado para el flujo deseado en litros.

La pérdida de carga era medida por un manómetro de mercurio en piés de agua. La lectura era después corregida a 20°C y luego convertida a metros de agua. Para la corrección de temperatura se utilizó la tabla explicada en el apéndice B.

Después que la cantidad óptima de revestimiento secundario ha sido encontrada para cualquier filtro dado, habrá una relación en línea recta entre la pérdida de carga y el volúmen filtrado. Si la pérdida de carga es duplicada se obtendrá una carrera filtrante doble. El resultado de una relación lineal recta, tiene una aplicación práctica muy importante en la filtración por diatomeas a presión ya que la presión es limitada solamente por las características de los filtros y las bombas. Por lo tanto si se desea una carrera filtrante más larga, se puede lograr facilmente con un equipo de bombeo que pueda abastecer el flujo deseado y dar la presión necesaria.

Se registró con toda exactitud, la hora en que las pruebas comenzaron y terminaron, así como también el momento en que se tomaba cada muestra. El tiempo era tomado en minutos desde el comienzo de la prueba, el cual al multiplicarse por el promedio de flujo nos daba el volumen total filtrado hasta ese momento. El tiempo era tomado al minuto y se utilizó el mismo reloj durante toda la investigación.

La calidad del influente y efluente fué establecida en la base de la temperatura y contenido de fierro. La temperatura se computa con la corrección de la pérdida de carga. La temperatura fué determinada con un termómetro de mercurio graduado a 0.1 grados Fahrenheit. La temperatura del influente era tomada en el tanque cerca de la manguera de succión de la bomba.

El contenido de fierro de las muestras eran registrados normalmente cada diez minutos. Las muestras eran tomadas en botellitas hasta cierta marca y luego se le agregaba un reactivo que era el bypyoidine. Este reactivo agregado con un gotero produce un color rojo ó rosado según sea la mayor concentración de fierro en la muestra. Esta solución era registrada en un colorimetro Bausch y Lomb Spectromic - 20 produciendo una lectura en porcentaje de luz que atravieza la solución. Con la ayuda de una carta calibrada, ésta lectura dá un valor del contenido total de fierro en partes por millon de agua por peso. El Spectronic-20 es un instrumento fotoelectrico diseñado para pruebas colorimétricas, habiendo sido especialmente adaptado para pruebas colorimétricas del agua. Agua destilada era utilizada como "blanco" ó el cero standard para poder realizar las mediciones. Este aparato fué particularmente muy valioso en este estudio porque era

preciso y simple de usar. Los resultados eran registrados con aproximación de 0.1 ppm.

Las demás observaciones durante la carrera filtrante incluía la evolución del keke filtrante y la característica del keke después del lavado. Otros factores notados fueron la operación del body feed, cantidad total de body feed usado y cualquier imprevisto tales como la rotura del keke por una falla en el equipo.

Proceso de Operación.-

En el apéndice B se incluye instrucciones detalladas para operar la planta piloto. La siguiente es una secuencia general de operaciones.

Preparaciones Preliminares.-

Antes de dar comienzo a una prueba, se establecía un plan general que incluía, el promedio de flujo a usar se, cantidad de precoat y body feed.

Asimismo se agregaba la cantidad exacta de diatomita, la cual era pesada con una aproximación de 1 gramo.

Revestimiento Primario (Precoat)

La carga de precoat para el filtro era formada sin

recirculación, lo cual significa que una buena cantidad de ayuda filtrante se perdía en el desagüe. El promedio de flujo al cual era colocado el precoat, era el mismo que se utilizaría durante toda la prueba. Como los filtros eran transparentes se podía observar la formación del keke, así también a través del rotámetro que es de vidrio podía observarse desde el momento en que dejaba de perderse la ayuda filtrante.

Revestimiento Secundario (body Feed)

Para cada prueba filtrante, la cantidad de diatomita debía ser calculada y agregada al tanque que poseía un volumen de agua determinado. En este tanque existe un agitador de baja velocidad el cual mantiene en suspensión a la ayuda filtrante.

Una bomba especial llamada Chem -O- Feeder, bombeaba esta mezcla a la tubería que lleva el agua por filtrar, a un flujo predeterminado, para entregar una cantidad apropiada y exacta durante toda la operación. La calibración de la bomba permitía un flujo de 190m/min con lo que se calculaba la cantidad de ayuda filtrante a ser agregada durante la carrera.

Ciclo Filtrante.-

Durante la operación de la planta, el filtro era chequeado, para asegurar condiciones de flujo constante, asimismo, el tanque de body feed debía tener siempre agua para evitar que la bomba trabajara en seco, tomándose muestras sobre la calidad del agua y observaciones del keke filtrante.

El promedio de flujo podía ser observado por lecturas en el rotámetro, el cual era corregido variando la abertura de la llave del efluente.

Después de haber sido colocado el precoat, por medio de un cambio de llaves, se comenzaba a filtrar el agua cruda, e inmediatamente se hacía la purga de aire del manómetro, tomándose la primera lectura de la pérdida de carga. Luego se hacía arrancar el equipo de body feed, observándose el paso de la ayuda filtrante por la tubería plástica. Se consideraba terminado el ciclo filtrante cuando la pérdida de carga llegaba a 30 pies, entonces se cerraba el equipo de body feed, así como también el equipo de bombeo principal.

Lavado.-

Para el lavado se desarmaba el equipo de filtro y se hacía el lavado en forma manual, limpiándose totalmente la criba, de la misma manera se retiraba el

recipiente de precoat para su limpieza, colocándose todo el equipo nuevamente en su lugar, listo para la siguiente prueba. Toda esta operación demora alrededor de 1 hora, lo cual incluye también la limpieza y llenado del tanque de body feed.

PRUEBAS REALIZADAS

La secuencia de pruebas, incluyendo el número total de ellas son las siguientes:

- Serie A- Carreras de prueba para chequear el equipo y determinar sus características básicas.
- Serie B- Carreras de prueba para perfeccionar la operación del mecanismo de body feed.
- Serie I- Carreras realizadas con un promedio de flujo de 1 GPM/FT² y con una concentración de 7 ppm. de fierro.
- Serie II- Carreras realizadas con un promedio de flujo de 2 GPM/FT² y con una concentración de 7 ppm. de fierro.
- Serie III- Carreras realizadas con un promedio de flujo de 3 GPM/FT² y con una concentración de 7 ppm. de fierro.
- Serie IV- Carreras realizadas con un promedio de flujo de 1 GPM/FT² y con una concentración de 4 ppm. de fierro.
- Serie V- Carreras realizadas con un promedio de flujo de 2 GPM/FT² y con una concentración de 4 ppm. de fierro.

- Serie VI- Carreras realizadas con un promedio de flujo de 3 GPM/FT² y con una concentración de 4 ppm. de fierro.
- Serie VII- Carreras realizadas con un promedio de flujo de 1 GPM/FT² y con una concentración de 2 ppm. de fierro.
- Serie VIII- Carreras realizadas con un promedio de flujo de 2 GPM/FT² y con una concentración de 2 ppm. de fierro.
- Serie IX- Carreras realizadas con un promedio de flujo de 3 GPM/FT² y con una concentración de 2 ppm. de fierro.

La serie A- consistió en varias carreras de pruebas en las que se chequeó las características básicas del equipo. Estas pruebas se realizaron sin la adición del body feed. Con las pruebas se llegó a normalizar el rotámetro, según la variación de la velocidad del flujo. Así también todas las fugas que existían en las uniones y accesorios fueron arregladas.

La serie B- fué realizada exclusivamente con el propósito de encontrar un estandard de velocidad del flujo del "Chem -O- Feeder". Este promedio podía ser ajustado de tres maneras: variando la concentración de la

proporción de diatomita en el tanque de mezcla; variando la longitud del golpe en la bomba del Chem-O-Feeder y también variando el número de golpes por minuto de la bomba. Durante la calibración se preparó un aparato que permitía medir el volúmen de mezcla que era entregado por el Chem -O- Feeder en un tiempo determinado, este proceso se realizó bajo condiciones normales a ser usadas durante las carreras filtrantes.

Serie I.

Carreras realizadas con un promedio de flujo de 1GPM/FT² y una concentración de fierro de 7 ppm.

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
1940	00	0.0	60	0.939	0.000	7.7	0.35	00
2000	20	0.1	60	0.939	0.093		0.41	20
2020	40	2.1	60	0.939	1.971		0.39	40
2040	60	3.9	60	0.939	3.661	7.7	0.31	60
2100	80	6.9	60	0.939	6.480		0.45	80
2120	100	9.3	60	0.939	8.733		0.45	100
2140	120	11.3	60	0.939	10.611	7.4	0.41	120
2200	140	13.3	60	0.939	12.489		0.41	140
2240	180	15.3	60	0.939	17.184	7.2	0.29	180
2300	200	20.3	60	0.939	19.062		0.29	200
2320	220	23.3	60	0.939	21.879		0.27	220
2340	240	26.3	60	0.939	24.696	7.7	0.29	240
0000	260	29.3	60	0.939	27.513		0.31	260
0020	280	31.3	60	0.939	29.390		0.22	280

OPERADOR Luis Chang ReyesPRUEBA N° 1SERIE N° ITIPO DE FILTRO Presi bnTIPO DE DIATOMEA Cellite 535FECHA Marzo 4-961FLUJO 1 GPM/FT2PRECOATO 3 lb/FT2 = 24 Gr.BODYFEED 20 p.p.m. = 6.68Gr.

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
1055	00	0.0	60	0.939	0.0	7.92	0.25	00
1115	20	0.5	60	0.939	0.470	0.0	0.65	20
1135	40	1.7	60	0.939	1.595	8.16	0.50	40
1155	60	2.9	60	0.939	2.718		0.45	60
1215	80	4.2	60	0.939	3.925		0.43	80
1235	100	5.5	60	0.939	3.160	7.92	0.41	100
1255	120	7.5	60	0.939	7.049		0.29	120
1315	140	8.9	60	0.939	8.357		0.25	140
1335	160	10.7	60	0.939	10.047	7.92	0.25	160
1355	180	11.9	60	0.939	11.174		0.25	180
1415	200	13.3	60	0.939	12.489		0.25	200
1435	220	14.5	60	0.039	13.565	7.7	0.25	220
1455	240	15.7	60	0.939	14.742		0.25	240
1515	260	16.9	60	0.939	15.869		0.29	260
1525	280	17.9	60	0.939	16.808		0.29	280

OPERADOR Luis Chang ReyesPRUEBA N° 2SERIE N° I

TIPO DE FILTRO

Presión

TIPO DE DIATOMEA Celite 535FECHA Marzo 5-961FLUJO 1 GPM./FT²PRECOAT 0.3 Lb/FT² = 24 Gm.BODYFEED 40 p.p.m. = 13.36 Gm.

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
2100	00	0.0	60	0.939	0.000	1.4	0.55	00
2120	20	0.1	60	0.939	0.094		0.29	20
2140	40	1.1	60	0.939	1.032		0.25	40
2200	60	1.9	60	0.939	1.783	6.96	0.14	60
2220	80	2.5	60	0.939	2.342	0.20	0.20	80
2240	100	2.7	60	0.939	2.519		0.16	100
2300	120	2.9	60	0.939	2.721	7.7	0.14	120
2320	140	3.7	60	0.939	3.473		0.31	140
2340	160	4.5	60	0.939	4.225		0.38	160
2400	180	5.2	60	0.939	4.882	7.9	0.53	180
0020	200	5.5	60	0.939	5.160		0.22	200
0040	220	6.1	60	0.939	5.731		0.22	220
0100	240	6.5	60	0.939	6.104	7.7	0.20	240
0120	260	7.1	60	0.939	6.666		0.22	260

OPERADOR Luis Chang ReyesPRUEBA N° 4SERIE N° ITIPO DE FILTRO PresiónTIPO DE DIATOMEA Cellite 535FECHA Marzo 15-961FLUJO 1 GPM/FT²PRECOAT 0.3 lb/FT² 24 Gr.BODYFEED 80 p.p.m. 26.72Gr.

OPERADOR <u>Luis Chang Reyes</u>		TIPO DE FILTRO <u>Presión</u>		FLUJO <u>1 GPM/FT²</u>				
PRUEBA N° <u>5</u>		TIPO DE DIATOMEA <u>Celite 535</u>		PRECOAT <u>0.3 lb/FT²</u>				
SERIE N° <u>I</u>		FECHA <u>Marzo 7-961</u>		BODYFEED <u>100 p.p.m. = 33.4Gr.</u>				
HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
1900	00	0.0	60	6.939	0.000	7.9	0.35	00
1920	20	0.3	60	6.939	0.284		0.50	20
1940	40	0.6	60	6.939	0.563		0.55	40
2000	60	0.9	60	6.939	0.845	7.4	0.55	60
2020	80	1.4	60	6.939	1.315		0.55	80
2040	100	1.7	60	6.939	1.595		0.41	100
2100	120	2.1	60	6.939	1.971	7.9	0.35	120
2120	140	2.6	60	6.939	2.441		0.35	140
2140	160	3.1	60	6.939	2.910		0.31	160
2200	180	3.5	60	6.939	3.287	7.7	0.35	180
2220	200	5.9	60	6.939	3.661		0.29	200
2240	220	4.3	60	6.939	4.040		0.29	220
2300	240	4.7	60	6.939	4.413	7.9	0.29	240
2320	260	5.1	60	6.939	4.789		0.31	260
2340	280	5.7	60	6.939	5.351		0.29	280

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
1800	00	0.0	60	0.939	0.000	5.94	0.25	00
1820	20	0.2	60	0.939	0.188		0.45	20
1840	40	0.6	60	0.939	0.563		0.48	40
1900	60	0.8	60	0.939	0.751	6.36	0.45	60
1920	80	1.1	60	0.939	1.032		0.41	80
1940	100	1.4	60	0.939	1.315		0.48	100
2000	120	1.8	60	0.939	1.690	7.2	0.35	120
2020	140	2.1	60	0.939	1.971		0.41	140
2040	160	2.6	60	0.939	2.441		0.38	160
2100	180	2.9	60	0.939	2.721	7.2	0.38	180
2120	200	3.3	60	0.939	3.100		0.31	200

OPERADOR Luis Chang Reyes
 PRUEBA N° 6
 SERIE N° I

TIPO DE FILTRO Presión
 TIPO DE DIATOMEA Celite 535
 FECHA Marzo 8-961

FLUJO 1 GPM/FT2
 PRECOAT 0.3 lb/FT2 24 GR.
 BODYFEED 120 p.p.m. 40.08Gr.

OPERADOR Luis Chang Reyes TIPO DE FILTRO Presión FLUJO 1 GPM./FT2
 PRUEBA Nº 7 TIPO DE DIATOMEA Celite 535 PRECOAT 0.3 lb/FT2 24 Gm.
 SERIE Nº 1 FECHA Marzo 9-961 BODYFEED 160 p.p.m. 53.44Gm.

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
1930	00	0.0	60	0.939	0.000	6.7	0.48	00
1959	20	0.3	60	0.939	0.282		0.71	20
2010	40	0.6	60	0.939	0.565		0.83	40
2030	60	0.9	60	0.939	0.845	7.7	0.79	60
2050	80	1.1	60	0.939	1.031		0.69	80
2110	100	1.3	60	0.939	1.222		0.48	100
2130	120	1.6	60	0.939	1.500	7.9	0.41	120
2150	140	1.9	60	0.939	1.773		0.35	140
2210	160	2.1	60	0.939	1.972		0.31	160
2230	180	2.4	60	0.939	2.265	7.4	0.31	180
2250	200	2.7	60	0.939	2.534		0.22	200
2310	220	3.0	60	0.939	2.812		0.20	240
2330	240	3.2	60	0.939	3.023	7.4	0.22	260
2350	260	3.5	60	0.939	3.346		0.22	280
0010	280	3.8	60	0.939	3.671		0.22	300

OPERADOR Luis Chang Reyes

PRUEBA N° II

SERIE N° I

TIPO DE FILTRO Presión

TIPO DE DIATOMEA Celite 535

FECHA Marzo 18-931

FLUJO 1 GPM/FT2

PRECOAT 0.3 lb/FT2 24 Gr.

BODYFEED 800 P.D.M. 267 Gr.

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
1600	00	0.2	60	0.939	0.188	7.2	0.45	00
1620	20	0.3	60	0.939	0.282		0.61	20
1640	40	0.6	60	0.939	0.563		0.55	40
1700	60	0.8	60	0.939	0.752	7.4	0.50	60
1720	80	1.0	60	0.939	0.939		0.45	80
1740	100	1.2	60	0.939	1.121		0.45	100
1800	120	1.3	60	0.939	1.220	7.2	0.29	120
1820	140	1.5	60	0.939	1.408		0.25	140
1840	160	1.7	60	0.939	1.595		0.22	160
1900	180	1.9	60	0.939	1.783	7.2	0.20	180
1929	200	2.1	60	0.939	1.972		0.20	200
1940	220	2.3	60	0.939	2.190		0.20	220
2000	240	2.5	61	0.952	2.380	7.2	0.16	240
2020	260	2.7	60	0.939	2.532		0.10	260
2040	280	2.9	60	0.939	2.721		0.10	280

OPERADOR Luis Chang Reyes
 PRUEBA N° 12
 SERIE N° I

TIPO DE FILTRO Presión
 TIPO DE DIATOMEA Celite 535
 FECHA Marzo 15 - 961

FLUJO 1 GPM/FT2
 PRECOAT 0.3 FT2
 BODYFEED 1000 P.P.M.
24 Gr.
224 Gr.

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
1500	00	0.2	60	0.939	0.188	7.2	0.29	00
1320	20	0.35	60	0.939	0.329		0.71	20
1540	40	0.5	60	0.939	0.470		0.61	40
1600	60	0.7	60	0.939	0.657	8.16	0.50	60
1620	80	0.8	60	0.939	0.845		0.22	80
1640	100	1.1	60	0.939	1.032		0.29	100
1700	120	1.3	60	0.939	1.220	7.2	0.50	120
1720	140	1.5	60	0.939	1.408		0.20	140
1740	160	1.7	60	0.939	1.595		0.22	160
1800	180	1.9	60	0.939	1.785	6.6	0.14	180
1820	200	1.1	60	0.939	1.995		0.05	200
1840	220	2.3	60	0.939	2.159		0.10	220
1900	240	2.5	60	0.939	2.342	7.2	0.05	240
1929	260	2.9	60	0.939	2.710		0.07	260
1940	280	3.1	60	0.939	2.900		0.06	280

Cuadro 1.

Serie I.

Pérdida de carga - Volumen Filtrado

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
1130	00	0.3	60	0.939	0.282	7.4	0.35	00
1140	10	0.7	60	0.939	0.657		0.86	20
1150	20	2.3	60	0.939	2.159	5.94	0.61	40
1200	30	5.1	60	0.939	4.789		0.65	60
1210	40	6.9	60	0.939	6.480		0.65	80
1220	50	10.5	60	0.939	9.860	6.36	0.45	100
1230	60	11.5	60	0.939	10.800		0.58	120
1240	70	14.3	60	0.939	13.528		0.58	140
1250	80	17.5	60	0.939	16.433	6.6	0.58	160

OPERADOR Luis Chang Reyes TIPO DE FILTRO Prasion FLUJO 2 GPM/FT²
 PRUEBA N° 2 TIPO DE DIATOMEA Cellite 535 PRECOAT 0.3 lb./FT² 24Gr.
 SERIE N° II FECHA Marzo 2-962 BODYFEED 40 p.p.m. 5.08Gr.

OPERADOR Luis Chang Reyes TIPO DE FILTRO Presión FLUJO 2 GPM/FT²
 PRUEBA N° 3 TIPO DE DIATOMEA Celite 535 PRECOAT 0.3 lb/FT² = 24 Gr.
 SERIE N° II FECHA Marzo 1-961 BODYFEED 60 P.P.M. = 7.62Gr.

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
2140	00	0.3	60	0.939	0.282	8.16	0.29	00
2150	10	0.7	60	0.939	0.657		0.91	20
2200	20	1.7	60	0.939	1.595		0.95	40
2210	30	4.1	60	0.939	3.850	8.16	0.95	60
2220	40	6.3	60	0.939	5.915		0.91	80
2230	50	8.9	60	0.939	8.357		0.76	100
2240	60	11.3	60	0.939	10.611	7.7	0.71	120
2250	70	13.3	60	0.939	12.489		0.65	140
2300	80	15.5	60	0.939	14.555		0.71	160

OPERADOR Luis Chang Reyes
 PRUEBA N° 6
 SERIE N° II

TIPO DE FILTRO Presión
 TIPO DE DIATOMEA Celite 535
 FECHA Marzo 2- 961

FLUJO 2 GPM./FT²
 PRECOAT 0.3 lb/FT² 24 Gr.
 BODYFEED 20 p.p.m. 15.2Gr.

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA °F	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
1425	00	0.3	60	0.939	0.282	8.76	0.20	00
1435	10	0.7	60	0.939	0.657		0.91	20
1445	20	1.9	60	0.939	1.783		0.91	40
1455	30	3.1	60	0.939	2.910	8.4	0.83	60
1505	40	4.5	60	0.939	4.225		0.83	80
1515	50	5.5	60	0.939	5.160		0.76	100
1525	60	6.3	60	0.939	5.915	7.92	0.71	120
1535	70	7.3	60	0.939	6.851		0.61	140
1545	80	8.3	60	0.939	7.794		0.58	160

OPERADOR Luis Chang Reyes
 PRUEBA N° 9
 SERIE N° II

TIPO DE FILTRO Presión
 TIPO DE DIATOMEA Celite 535
 FECHA Marzo 9-961

FLUJO 2 GPM/FT²
 PRECOAT 0.3 lb/FT²
 BODYFEED 200 p.p.m. = 25.4Gr.

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
2150	00	0.3	60	0.939	0.282	7.2	0.25	00
2200	10	0.5	60	0.939	0.470		0.76	20
2210	20	0.9	60	0.939	0.845		0.91	40
2220	30	1.3	60	0.939	1.220	7.2	0.83	60
2230	40	1.7	60	0.939	1.595		0.83	80
2240	50	2.1	60	0.939	1.971		0.86	100
2250	60	2.5	60	0.939	2.342	7.2	0.91	120
2300	70	3.3	60	0.939	3.100		0.76	140
2310	80	3.7	60	0.939	3.473		0.86	160

Cuadro 2.

Serie II.

Pérdida de carga - Volumen Filtrado

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
1410	00	0.9	62	0.965	0.87	7.4	0.87	00
1420	10	1.9	62	0.965	1.83		0.83	30
1430	20	2.7	62	0.965	2.60		0.79	60
1440	30	3.9	62	0.965	3.76	7.2	0.84	90
1450	40	4.5	62	0.965	4.34		0.81	120
1500	50	5.1	62	0.965	4.92		0.88	150
1510	60	6.5	62	0.965	6.27	7.2	0.90	180
1520	70	7.5	62	0.965	7.23		0.89	210
1530	80	8.5	62	0.965	8.30		0.86	240
1540	90	9.7	62	0.965	9.35	6.96	0.79	270
1550	100	10.3	62	0.965	9.90		0.71	300

OPERADOR Luis Chang ReyesPRUEBA N° 8SERIE N° 111TIPO DE FILTRO PresiónTIPO DE DIATOMEA Cellite 535FECHA Marzo 14-961FLUJO 3 GPM/FT²PRECOAT 0.3 lb/FT²BODY FEED 140 p.p.m. 26.6 Gr

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERIODA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
0930	00	0.7	63	0.979	0.685	6.6	0.45	00
0940	10	1.7	63	0.979	1.663		0.45	30
0950	20	2.7	63	0.979	2.640		0.35	60
1000	30	3.1	63	0.979	3.035	6.36	0.45	90
1010	40	4.9	62	0.965	4.740		0.48	120
1020	50	5.8	62	0.965	5.600		0.50	150
1030	60	6.5	62	0.965	6.260	6.6	0.55	180
1040	70	7.3	62	0.965	7.050		0.55	210
1050	80	8.5	62	0.965	8.200		0.48	240
1100	90	9.6	62	0.965	9.260	6.6	0.48	270
1110	100	10.3	62	0.965	9.939		0.48	300

OPERADOR Luis Chang ReyesPRUEBA N° 10SERIE N° 111TIPO DE FILTRO PresiónTIPO DE DIATOMEA Celite 535FECHA Marzo 17-961FLUJO 3 GPM/FT2PRECOAT 0.3 lb/FT2BODYFEED 200 p.p.m. 38 Gr.

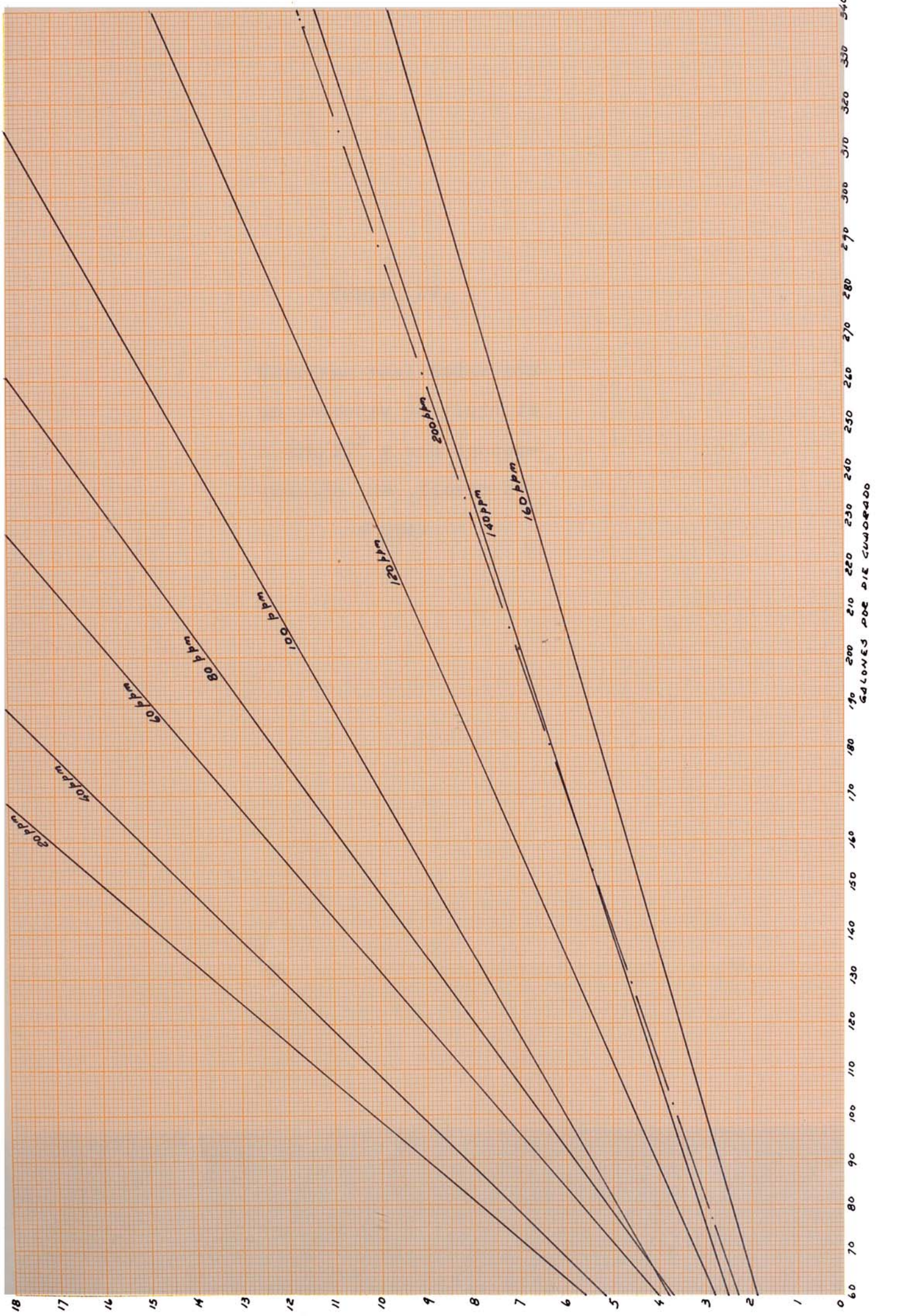
24 GR.

38 Gr.

Cuadro 3.

Serie III.

Pérdida de carga - Volúmen Filtrado



GALONES POR PIE CUADRO

Serie IV.

Carreras realizadas con un promedio de flujo de 1 GPM/ft² y una concentración de fierro de 4 ppm.

OPERADOR Luis Chang Reyes
 PRUEBA N° 3
 SERIE N° IV

TIPO DE FILTRO Presi 6n
 TIPO DE DIATOMEA Celite 535
 FECHA Abril 12-961

FLUJO 1 GPM. / FT2
 PRECOATO 0.3 lb/FT2. = 24 Gr.
 BODYFEED 60 p.p.m. = 20.04 Gr.

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
2055	00	0.3	60	0.093	0.287	4.0	0.35	00
2035	20	0.4	60	0.939	0.376		0.31	20
2055	40	0.8	60	0.939	0.751		0.14	40
2115	60	1.3	60	0.939	1.220	4.0	0.10	60
2135	80	1.7	60	0.939	1.595		0.10	80
2155	100	2.3	60	0.939	2.159		0.08	100
2215	120	3.7	60	0.939	2.532		0.08	120
2235	140	3.3	60	0.939	3.100	4.0	0.08	140
2255	160	3.7	60	0.939	3.473		0.05	160
2315	180	4.3	60	0.939	4.040		0.05	180
2335	200	4.7	60	0.939	4.413	4.0	0.05	200
2355	220	5.3	60	0.939	4.975		0.08	220
0015	240	5.7	60	0.939	5.351		0.05	240
0035	260	6.3	60	0.939	5.351		0.05	240

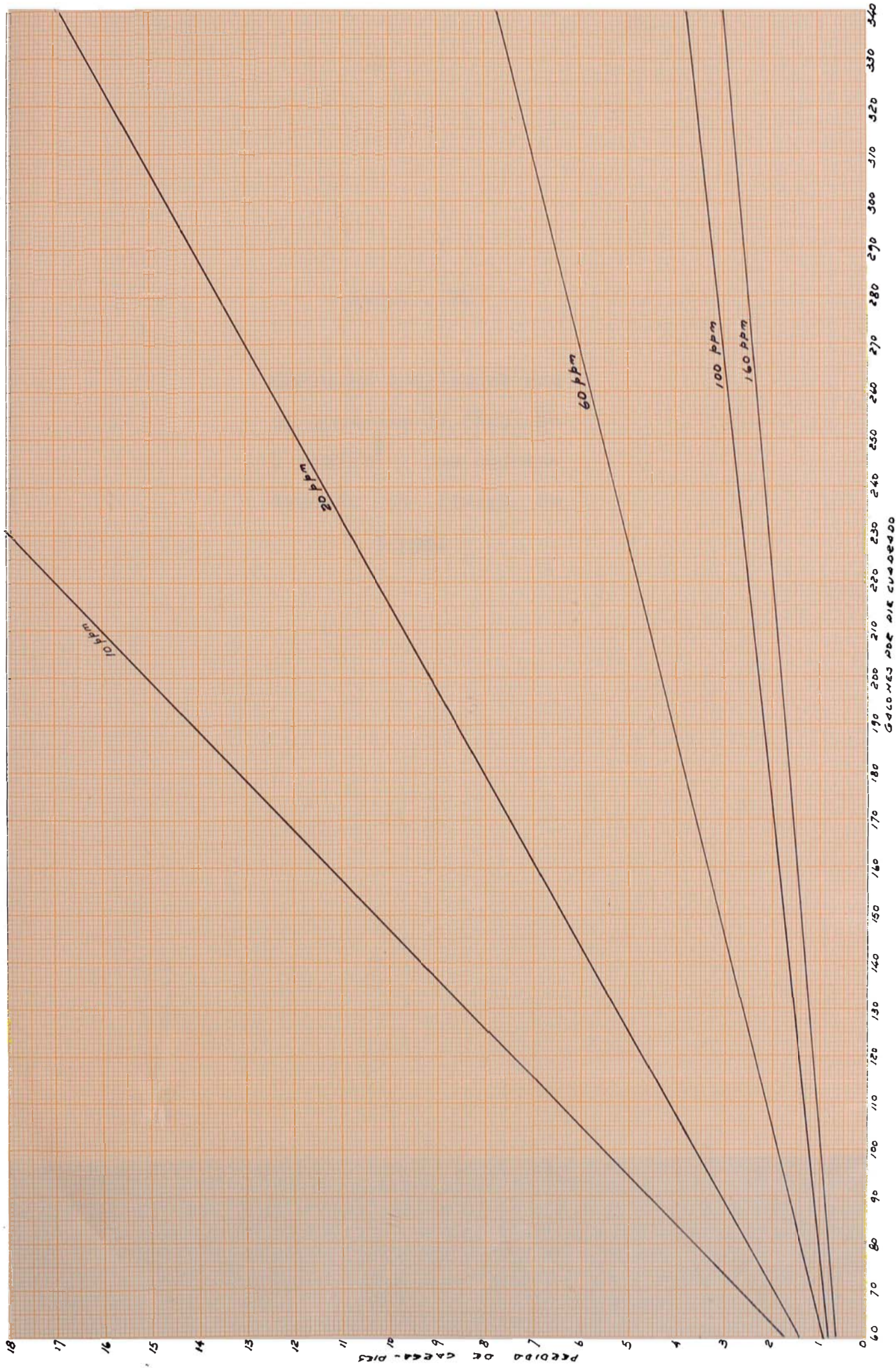
OPERADOR Luis Chang Reyes TIPO DE FILTRO Práision FLUJO 1 GPM/FT2
 PRUEBA N° 4 TIPO DE DIATOMEA Celite 535 PRECOAT 0.3 lb/FT2 24Gr.
 SERIE N° IV FECHA Marzo 6-961 BODYFEED 100 p.p.m. 33.4 Gr.

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
1730	00	0.2	60	0.939	0.188	4.3	0.20	00
1750	20	0.3	60	0.939	0.282		0.29	20
1810	40	0.4	60	0.939	0.376		0.11	40
1830	60	0.9	60	0.939	0.845	4.3	0.14	60
1850	80	1.3	60	0.939	1.220		0.08	80
1910	100	1.5	60	0.939	1.408		0.08	100
1930	120	1.7	60	0.939	1.595	4.3	0.10	120
1950	140	1.9	60	0.939	1.783		0.14	140
2010	160	2.1	60	0.939	1.971		0.08	160
2030	180	2.3	60	0.939	2.159	4.2	0.08	180
2050	200	2.5	60	0.939	2.342		0.08	200
2110	220	1.7	60	0.939	2.532		0.10	220
2130	240	2.9	60	0.939	2.721	4.2	0.05	240
2150	260	3.1	60	0.939	2.910		0.08	260
2210	280	3.5	60	0.939	3.100		0.08	280

Cuadro 4.

Serie IV.

Pérdida de carga - Volúmen Filtrado



Serie V.

Carreras realizadas con un promedio de flujo de 2 GPM/FT² y una concentración de fierro de 4 ppm.

OPERADOR Luis Chang Reyes
 PRUEBA N° 2
 SERIE N° V

TIPO DE FILTRO Presión
 TIPO DE DIATOMEA Celite 535
 FECHA Marzo 27-61

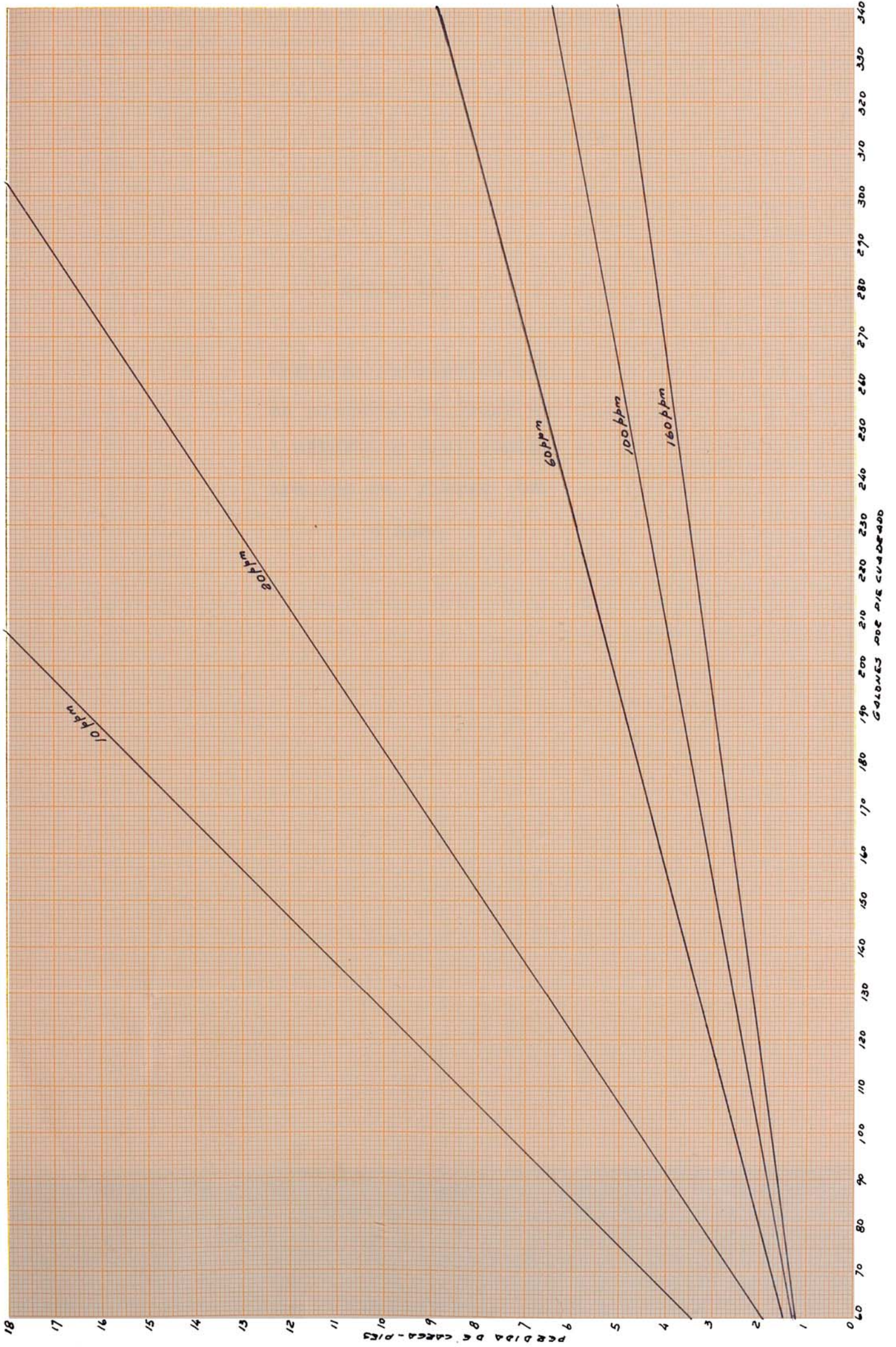
FLUJO 2 GPM/FT²
 PRECOAT 0.3 lb/FT² = 24 Gm.
 BODYFEED 20 p.p.m. = 13.3Gm.

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
1815	00	0.5	60	0.939	0.470	3.6	0.08	00
1835	20	1.3	60	0.939	1.220		0.45	40
1835	20	1.3	60	0.939	3.193		0.45	80
1915	40	3.4	60	0.939	5.915	3.8	0.45	120
1935	80	8.9	60	0.939	8.357		0.41	160
1955	100	12.1	60	0.939	11.362		0.38	200
2015	120	14.7	60	0.939	13.808	3.8	0.38	240
2035	140	17.5	60	0.939	16.433		0.31	280
2055	160	19.3	60	0.939	18.123	4.0	0.38	300

Cuadro 5.

Serie V.

Pérdida de carga - Volumen Filtrado.



OPERADOR Luis Chang Reyes
 PRUEBA N° 5
 SERIE N° VI

TIPO DE FILTRO Presión
 TIPO DE DIATOMEA Cellite 535
 FECHA Marzo 22-961

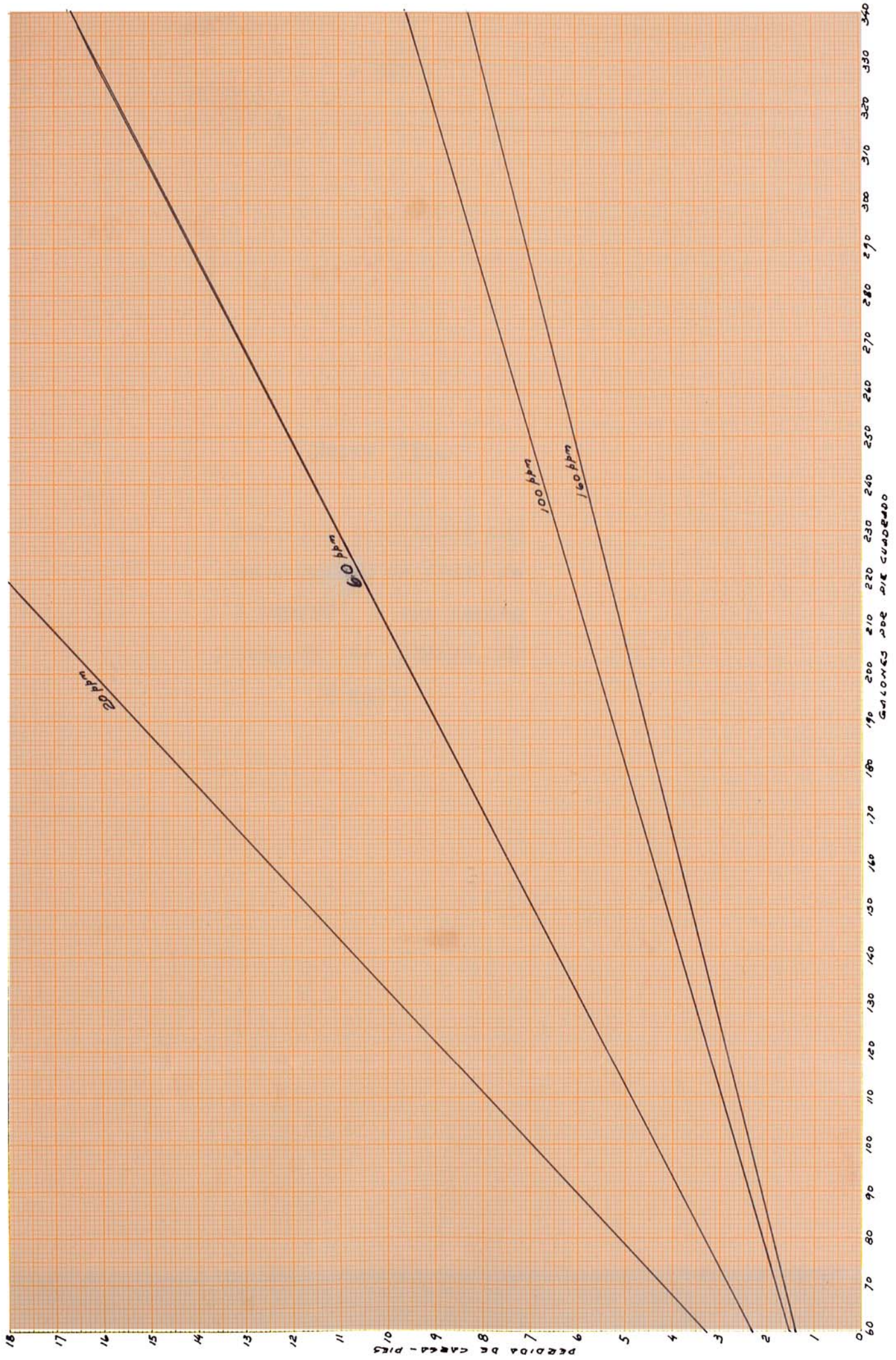
FLUJO 3 GPM/FT²
 PRECOAT 0.3 lb/FT²
 BODY FEED 200 p.p.m. = 200 Gr.

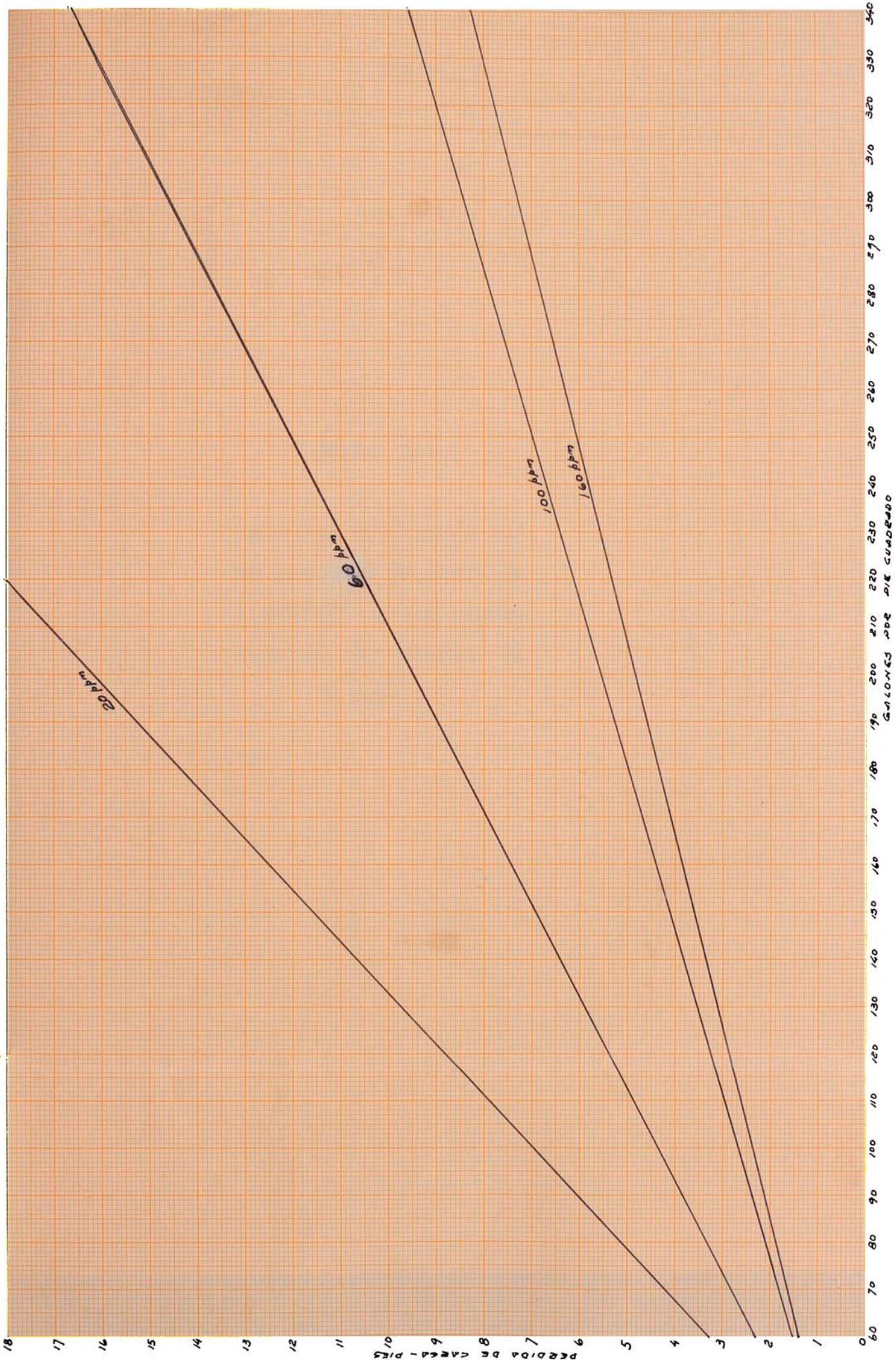
HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
0020	00	0.7	60	0.939	0.657	4.3	0.10	00
0040	20	1.9	60	0.939	1.783		0.69	60
0100	40	3.0	60	0.939	2.817		0.65	120
0120	60	3.9	60	0.939	3.661	4.3	0.55	180
0140	80	5.1	60	0.939	4.789		0.48	240
0200	100	6.3	60	0.939	5.915	4.3	0.35	300

Cuadro 6.

Serie VI.

Pérdida de carga - Volumen Filtrado





Serie VII.

Carreras realizadas con
un promedio de flujo de
1 GPM/FT² y una concen-
tración de fierro de
2 ppm.

OPERADOR Luis Chang Reyes TIPO DE FILTRO Presión FLUJO 1 GPM/FT2
 PRUEBA N° 1 TIPO DE DIATOMEA Celite 535 PRECOAT 0.3 lb/FT2 24 Gr.
 SERIE N° V11 FECHA Abril 1-961 BODYFEED 0 p.p.m.

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
1120	00	0.3	60	0.939	0.287	2.1	0.05	00
1140	20	0.3	60	0.939	0.287		0.16	20
1200	40	0.4	60	0.939	0.376		0.16	40
1220	60	1.1	60	0.939	1.032	2.1	0.14	60
1240	80	1.9	60	0.939	1.783		0.16	80
1300	100	2.5	60	0.939	2.342		0.16	100
1320	120	3.1	60	0.939	2.910	2.1	0.16	120
1340	140	3.9	60	0.939	3.661		0.14	140
1400	160	4.9	60	0.939	4.605		0.10	160
1420	180	5.7	60	0.939	5.351	2.0	0.25	180
1440	200	6.3	60	0.939	5.915		0.38	200
1500	220	7.1	60	0.939	6.666		0.48	220
1520	240	7.5	60	0.939	7.049	2.0	0.41	240
1540	260	8.1	60	0.939	7.611		0.48	260

OPERADOR <u>Luis Chang Reyes</u>		TIPO DE FILTRO <u>Presión</u>		FLUJO <u>1 GPM./FT²</u>				
PRUEBA N° <u>2</u>		TIPO DE DIATOMEA <u>Celite 535</u>		PRECOAT <u>0.3 lb/FT²</u>				
SERIE N° <u>VII</u>		FECHA <u>MARZO 31-961</u>		BODYFEED <u>20 p.p.m.</u>				
HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
1630	00	0.3	60	0.939	0.287	2.0	0.05	00
1650	20	0.3	60	0.939	0.287		0.10	20
1710	40	0.4	60	0.939	0.376		0.08	40
1730	60	0.6	60	0.939	0.574	2.0	0.08	60
1750	80	0.9	60	0.939	0.845		0.05	80
1810	100	1.2	60	0.939	1.127		0.08	100
1830	120	1.5	60	0.939	1.408	1.9	0.08	120
1850	140	1.7	60	0.939	1.595		0.05	140
1910	160	2.1	60	0.939	1.971		0.05	160
1930	180	2.5	60	0.939	2.342	2.1	0.05	180
1950	200	2.9	60	0.939	2.721		0.05	200
2010	220	3.1	60	0.939	2.910		0.05	220
2030	240	3.5	60	0.939	3.287	2.0	0.05	240
2050	260	3.9	60	0.939	3.661		0.05	260
2110	280	4.3	60	0.939	4.040		0.05	280

OPERADOR Luis Chang Reyes TIPO DE FILTRO Presión FLUJO 1 GPM/FT²
 PRUEBA N° 3 TIPO DE DIATOMEA Cellite 535 PRECOAT 0.3 lb/FT² 24GR.
 SERIE N° VII FECHA Marzo 30-961 BODYFEED 60 p.p.m. 20.04GR.

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
1930	00	0.35	60	0.939	0.280	3.2	0.16	00
1950	20	0.5	60	0.939	0.470	1.7	0.05	20
2010	40	0.7	60	0.939	0.657		0.03	40
2030	60	1.1	60	0.939	1.032		0.08	60
2050	80	1.3	60	0.939	1.220	1.9	0.08	80
2110	100	1.5	60	0.939	1.409		0.08	100
2130	120	1.7	60	0.939	1.595		0.08	120
2150	140	1.8	60	0.939	1.690	1.86	0.10	140
2210	160	1.9	60	0.939	1.783		0.08	160
2230	180	2.1	60	0.939	1.971		00 8	180
2250	200	2.3	60	0.939	2.159	2.1	0.08	200
2310	220	2.5	60	0.939	2.342		0.08	220
2330	240	2.7	60	0.939	2.532		0.05	240
2350	260	2.9	60	0.939	2.721		0.05	260

OPERADOR Luis Chong Reyes TIPO DE FILTRO Presión FLUJO 1 GPM/FT2
 PRUEBA N° 4 TIPO DE DIATOMEA Celite 535 PRECOAT 0.3 lb/FT2 24Gr.
 SERIE N° VII FECHA Abril 3-961 BODY FEED 100 p.p.m. 33.4Gr.

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
2140	00	0.2	60	0.939	0.188	2.8	0.29	00
2200	20	0.3	60	0.939	0.287		0.10	20
2220	40	0.5	60	0.939	0.470		0.10	40
2240	60	0.6	60	0.939	0.563	2.2	0.05	60
2300	80	0.8	60	0.939	0.751		0.05	80
2320	100	0.9	60	0.939	0.845		0.05	100
2340	120	1.0	60	0.939	0.939	2.0	0.08	120
0000	140	1.0	60	0.939	0.939		0.10	140
0020	160	1.1	60	0.939	1.032		0.08	160
0040	180	1.3	60	0.939	1.220	2.0	0.08	180
0100	200	1.4	60	0.939	1.315		0.05	200
0120	220	1.5	60	0.939	1.409		0.05	220
0140	240	1.6	60	0.939	1.502	2.0	0.05	240
0200	260	1.7	60	0.939	1.595		0.05	260
0220	280	1.8	60	0.939	1.670		0.05	280

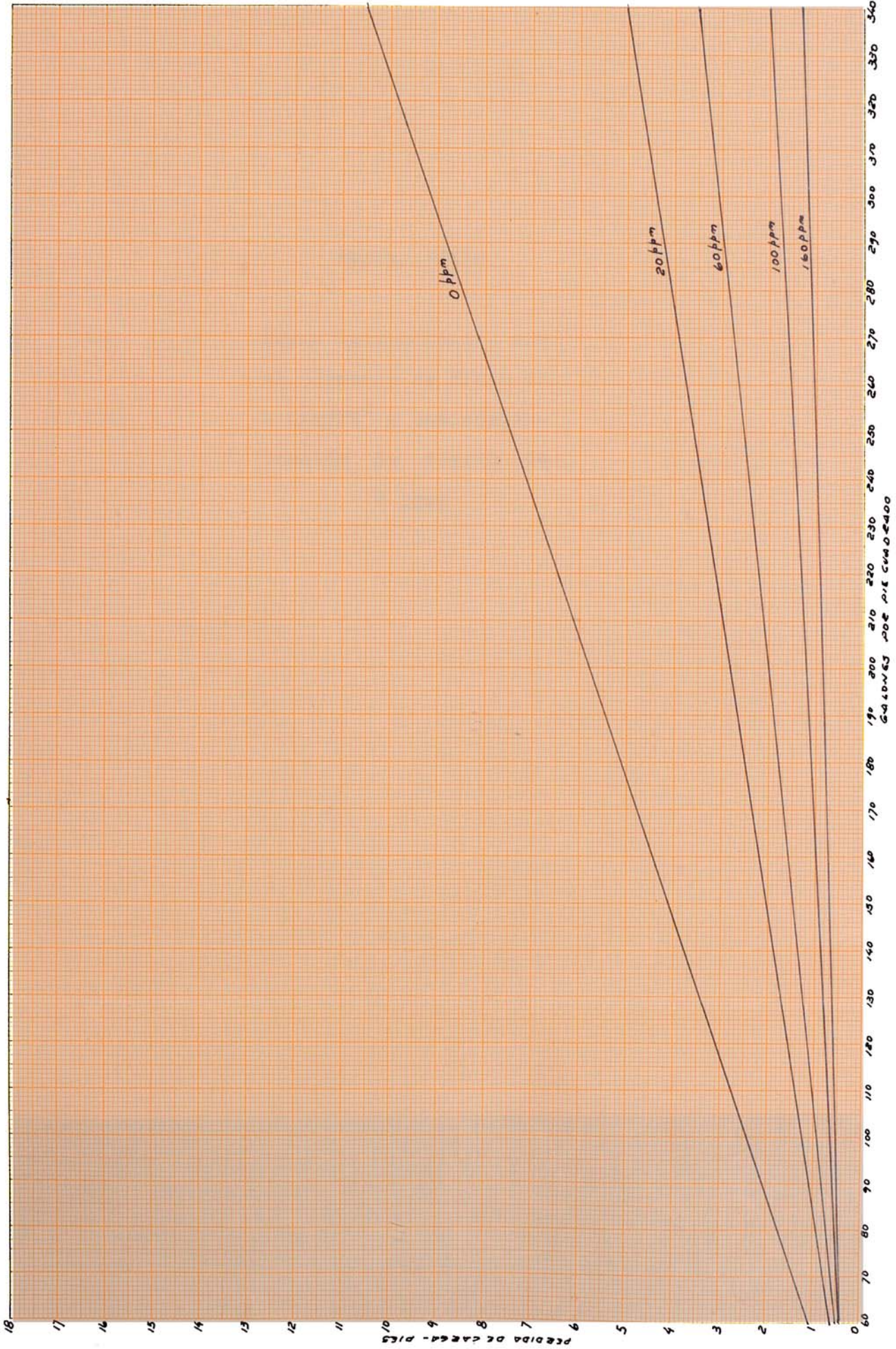
OPERADOR Luis Chang Reyes TIPO DE FILTRO Presión FLUJO 1 GPM/FT2
 PRUEBA N° 5 TIPO DE DIATOMEA Cellite 535 PRECOAT 0.3 Lb/FT2 24Gr.
 SERIE N° Y11 FECHA Marzo 29-961 BODYFEED 160 p.p.m. 53.44Gr.

HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
2045	00	0.3	60	0.939	0.281	2.3	0.22	00
2105	20	0.3	60	0.939	0.281		0.08	20
2125	40	0.4	60	0.939	0.376		0.08	40
2145	60	0.5	60	0.939	0.470	2.2	0.05	60
2205	80	0.6	60	0.939	0.564		0.05	80
2225	100	0.7	60	0.939	0.657		0.05	100
2245	120	0.7	60	0.939	0.657	2.1	0.08	120
2305	140	0.8	60	0.939	0.751		0.05	140
2325	160	0.8	60	0.939	0.751		0.05	160
2345	180	0.9	60	0.939	0.845	2.1	0.05	180
0005	200	0.9	60	0.939	0.845		0.05	200
0025	220	1.0	60	0.939	0.939		0.05	220
0045	240	1.0	60	0.939	0.939	2.1	0.05	240
0105	260	1.1	60	0.939	1.032		0.05	260

Cuadro 7.

Serie VII.

Pérdida de carga - Volumen Filtrado.



Serie VIII.

Carreras realizadas con un promedio de flujo de 2 GPM/FT² y una concentración de fierro de 2 ppm.

Serie VIII.

Carreras realizadas con un promedio de flujo de 2 GPM/FT² y una concentración de fierro de 2 ppm.

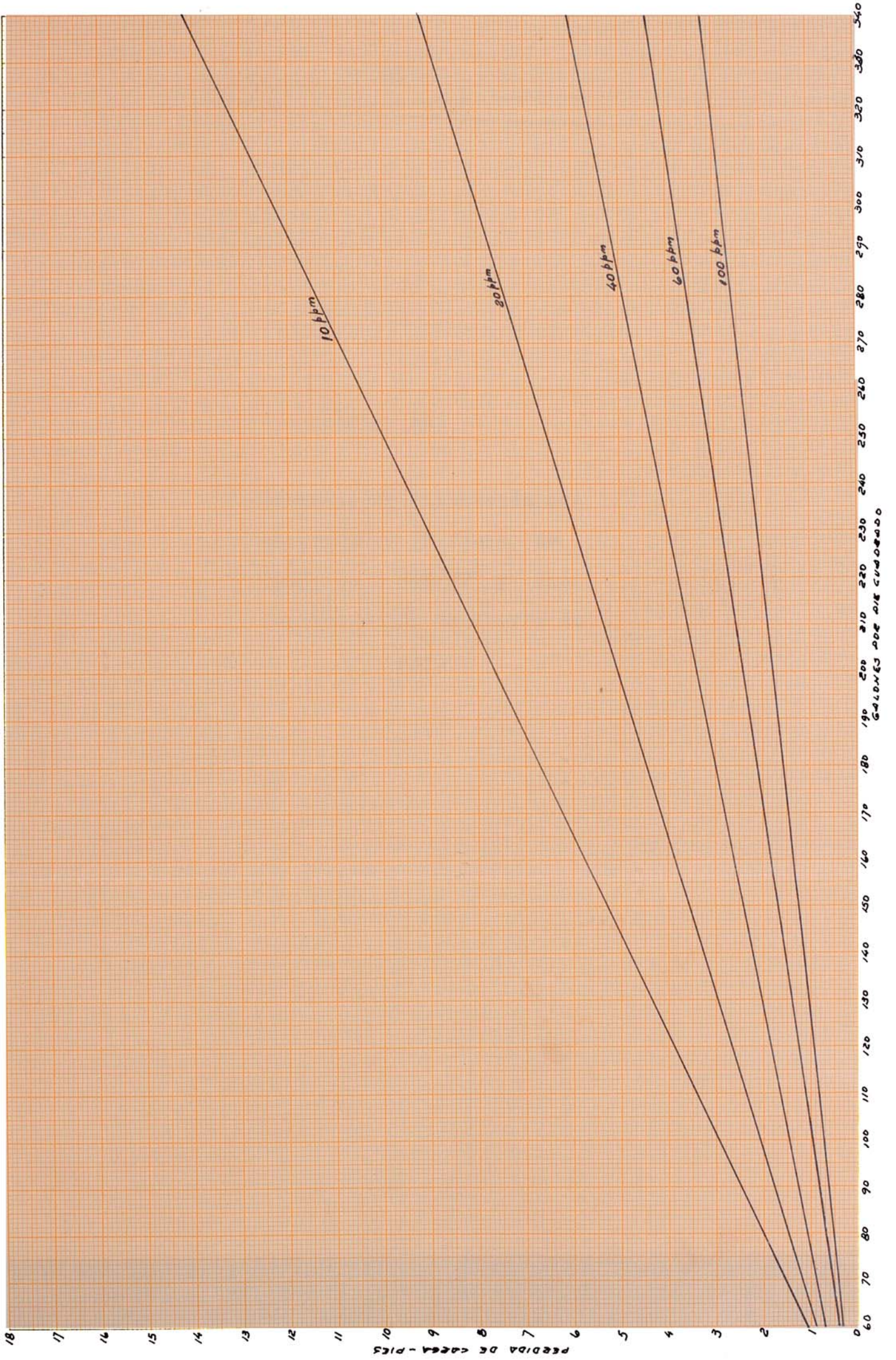
HORA	TIEMPO MINUTOS	LECTURA MANOMETRICA	TEMPERATURA OF	CORRECCION MANOMETRICA	PERDIDA DE CARGA CORREGIDA (PIES)	MUESTRA INFLUENTE	MUESTRA EFLUENTE	VOLUMEN FILTRADO
2340	00	0.5	60	0.939	0.470	2.1	0.08	00
0000	20	0.8	60	0.939	0.752		0.20	40
0020	40	1.3	60	0.939	1.220		0.14	80
0040	60	2.1	60	0.939	1.971	2.0	0.10	120
0100	80	2.9	60	0.939	2.721		0.08	160
0120	100	3.7	60	0.939	3.473		0.10	200
0140	120	4.5	60	0.939	4.225	2.0	0.08	240
0200	140	5.2	60	0.939	4.883		0.08	280
0210	150	6.7	60	0.939	6.296		0.08	300

OPERADOR Luis Chang Reyes TIPO DE FILTRO Presi 6n FLUJO 2 GPM/FT2
 PRUEBA N° 3 TIPO DE DIATOMEA Celita 535 PRECOAT 0.3 lb/FT2 24 Gr.
 SERIE N° V111 FECHA Abril 5-961 BODYFEED 40 p.p.m. 26.6 Gr.

Cuadro 8.

Serie VIII.

Pérdida de carga - Volumen Filtrado



6-10-15-20-30-40-50-60-70-80-90-100

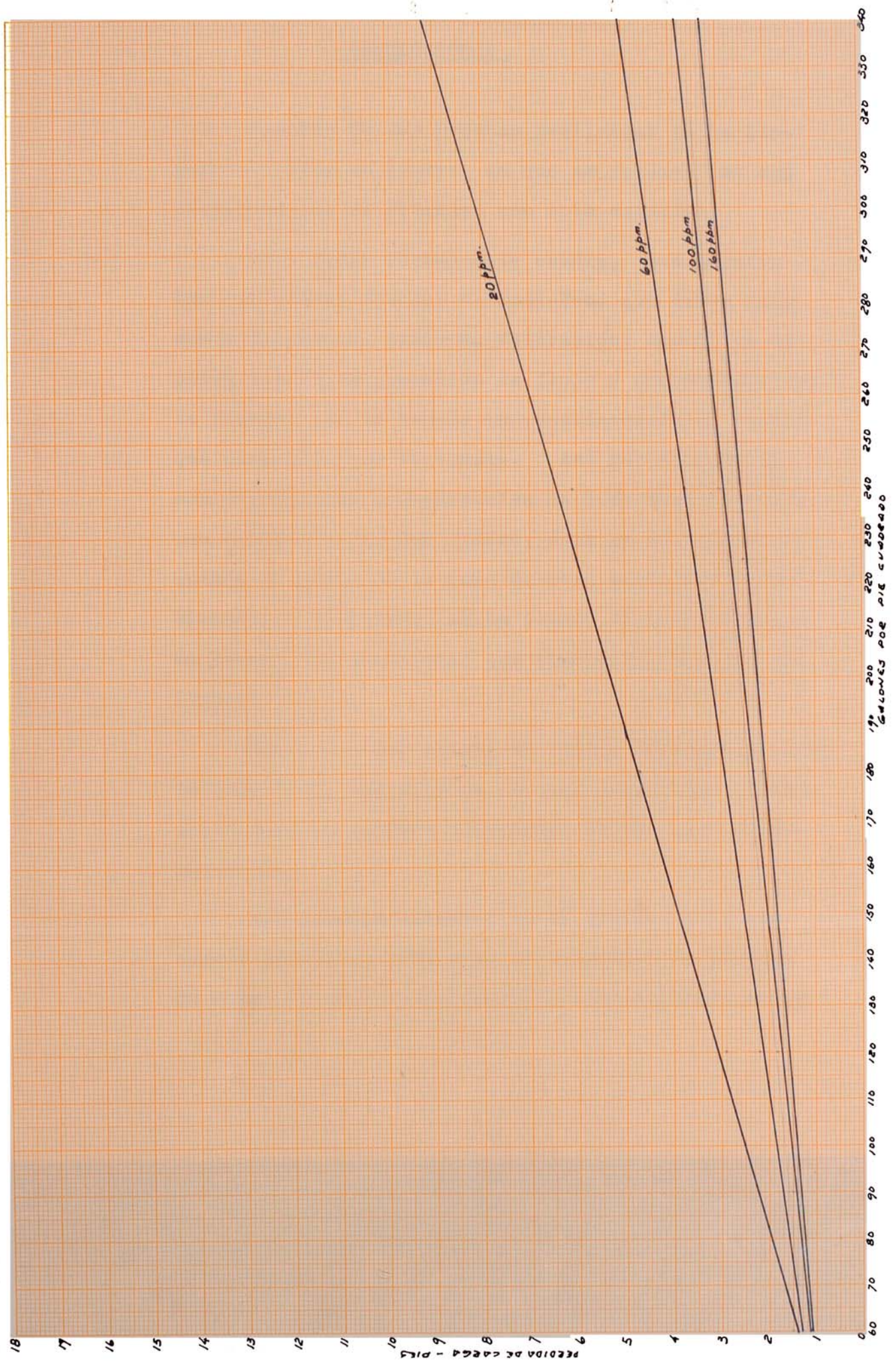
Serie IX.

Carreras de filtración con
un promedio de flujo de
flujo de 3 GPM/FT² y una
concentración de fierro de
2 ppm.

Cuadro 9.

Serie IX.

Pérdida de Carga - Volumen Filtrado



CONCLUSIONES

Después de las pruebas realizadas se ha llegado a formar un cuadro, en que se resumen las conclusiones que se obtienen con este estudio:

Para poder formar este cuadro, que muestra las cantidades óptimas de Body-Feed que deben agregarse durante el ciclo de filtración, cuando se emplean distintos promedios de flujo y concentraciones de fierro, se ha tomado en consideración el tiempo que dura el ciclo filtrante. Así por ejemplo si con determinada concentración de body-feed se logra una carrera corta del filtro, ésta no convendría por cuanto el costo de la mano de obra aumentaría notablemente. Por tanto se ha tomado en consideración aquellas concentraciones que produzcan carreras más largas.

Por otro lado existe un límite de concentración de body-feed, más allá de la cual sería contraproducente para la carrera filtrante, ya que ésta sería acortada.

Así podemos apreciar en el gráfico N°13 que cuando agregamos 1000 ppm. de body-feed la pérdida de carga es mayor que cuando la concentración es me

nor a ésta cantidad, para volúmenes iguales de filtración.

Según el siguiente cuadro el operador tendría una guía, para saber la cantidad adecuada de Body-Feed que debe ser agregada al ciclo filtrante, cuando se está filtrando agua con dichas concentraciones de fierro y velocidades de filtración.

Sin embargo, el operador debe encontrar la concentración exacta para el filtro que tiene a su cargo, y formar su propio cuadro.

CUADRO Nº 10

CUADRO DE CANTIDADES OPTIMAS DE BODY
FEED EN PARTES POR MILLON.-

	1GPM/FT ²	2GPM/FT ²	3GPM/FT ²
$\frac{7\text{ppm}}{\text{Fe}}$	100	140	160
$\frac{4\text{ppm}}{\text{Fe}}$	100	100	100
$\frac{2\text{ppm}}{\text{Fe}}$	100	60	100

PROCEDIMIENTO DE
OPERACION DEL FILTRO.

AGITADOR LENTO

AYUDA FILTRANTE
PARA EL
REVESTIMIENTO
SECUNDARIO

CHEM
FEEDER

D

REF
COAT

MANOMETRO

FILTRO

CEBIA

C

BOMBA DE
SERVICIO

AIRE

H₂O

Fe SO₄

POTENCIOMETRO

A

B

AL DESAGUE

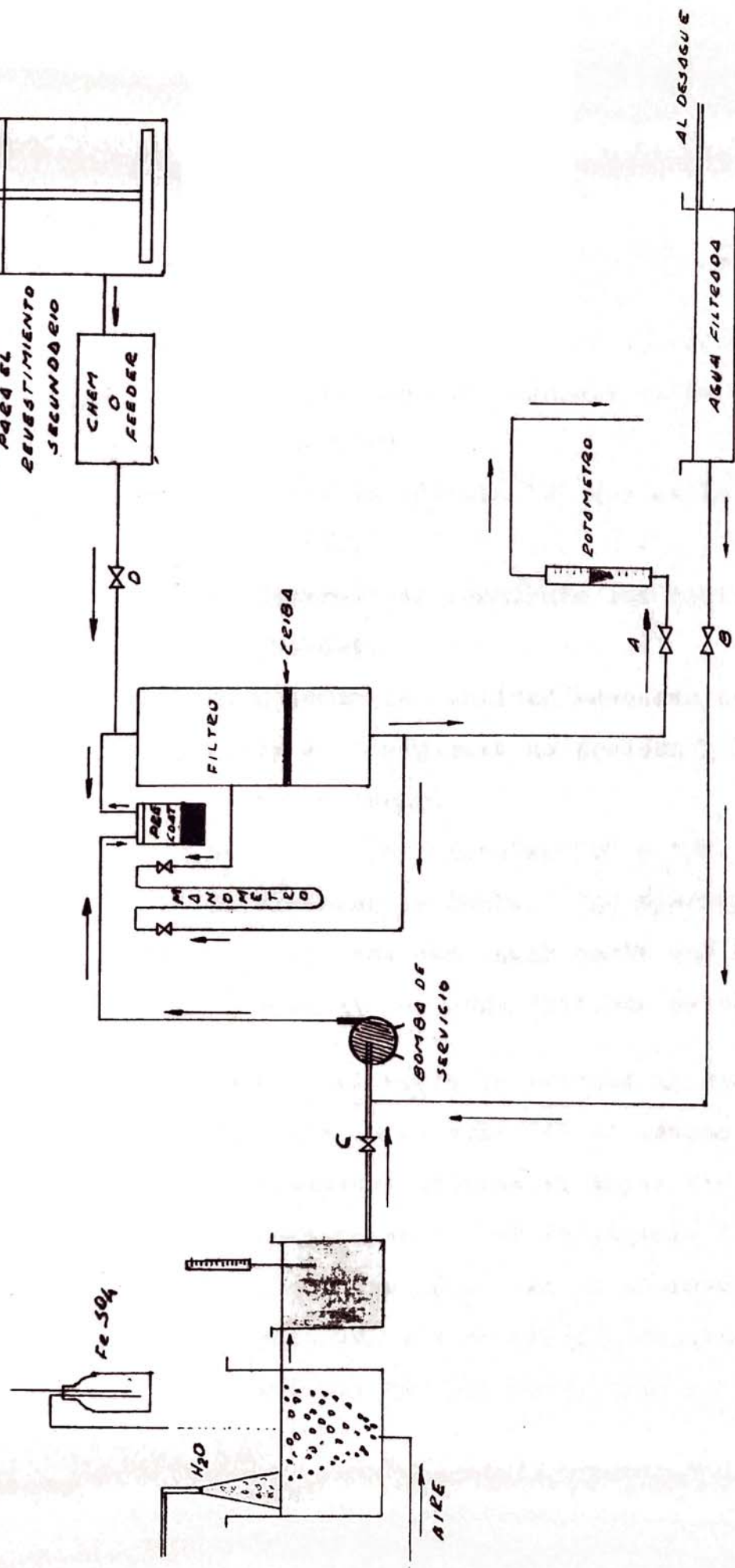
AGUA FILTRADA

FILTRO DE DIATOMITAS

PARA

FINES EXPERIMENTALES

IOWA STATE UNIVERSITY



PROCEDIMIENTO DE OPERACION DEL FILTRO.

1. Revestimiento primario de las cribas.
 - a. Cerrar las válvulas que están conectadas al manómetro.
 - b. Abrir la válvula "B" que es la línea de recirculación.
 - c. Desarmar el recipiente que contiene la carga de precoat.
 - d. Colocar la cantidad adecuada de ayuda filtrante en el recipiente de precoat y luego poner este en su lugar.
 - e. Cerrar las válvulas "C" y "D".
 - f. Arrancar la bomba. La operación de recirculación debe continuar hasta que el agua del compartimiento de agua filtrada se vea cristalina.

2. Cambio del ciclo de Precoat al ciclo de filtración.
 - a. Abrir la válvula "A" al máximo de modo que el rotámetro indique el mayor flujo posible.
 - b. Lentamente cerrar la válvula "B" de la línea de recirculación. En el momento preciso en que esta válvula se cierra completamente, abrir la válvula "C" que permite la entrada del agua cruda

c. El filtro debe encontrarse en este momento filtrando agua cruda y descargando un flujo máximo según indica el rotámetro.

3. Ciclo Filtrante.

- a. Ajustar el controlador de flujo hasta que el rotámetro indique el flujo deseado (ver la sección cálculos).
- b. Comenzar a aplicar el body feed (ver operación de Chem -0- Feeder)
- c. Abrir las válvulas que están conectadas al manómetro y evacuar el aire que se encuentre en el sistema.
- d. Comenzar a tomar los datos, muestreos y proseguir en este ciclo hasta que se desee.
- e. Chequear en forma periódica el controlador de flujo para asegurar condiciones adecuadas de operación.
- f. Cuando el ciclo de filtración ha terminado:
 - 1) Cerrar las válvulas del manómetro.
 - 2) Parar la bomba de servicio.
 - 3) Cerrar la válvula "A" de salida.
 - 4) Parar el mecanismo del Body Feed.

4. Lavado.

- a. Una vez que todo el sistema se encuentra detenido, desarmar la estructura del filtro y lavar la criba en forma normal, hasta que quede completamente limpia.

5. Operación del Chem - O - Feeder.

- a. Computar la relación tiempo volúmen para el aparato de calibración.
- b. Leer las instrucciones en forma cuidadosa del Chem-o-Feeder antes de ponerla en funcionamiento.
- c. Cuando se calibra el Chem-o-Feeder, el filtro debe encontrarse en operación bajo las mismas condiciones de cantidad de precoat y promedio de flujo a usarse en las pruebas.
- d. Cuando el Chem-o-Feeder se encuentra en operación, se recomienda no hacer ningún ajuste en su sistema.

6. Tanque Mezclador.

- a. Después que el Chem-o-Feeder ha sido calibrado conectarlo al tanque usando tubería transparente.
- b. Llenar el tanque con la misma cantidad de agua que se va a filtrar y nunca con agua filtrada. El nivel del agua en el tanque es indicado por un tubo exterior.

- c. Arrancar el agitador del tanque.
- d. Colocar en el tanque la cantidad adecuada de ayuda filtrante, para formar una mezcla con la concentración deseada de ella. La diatoma se dispersará rápidamente y permanecerá en suspensión mientras el mezclador se encuentre en funcionamiento

CALCULOS REALIZADOS

1. Area Filtrante Efectiva.-

Diámetro Efectivo: = 0.475 FT

Area Filtrante: $\frac{\pi}{4} \times (0.475)^2 = 0.177 \text{ FT}^2$

2. Flujo Real de Salida.-

Los Flujos que se usaron durante las pruebas han sido 1 GPM/FT²; 2 GPM/FT²; y 3 GPM/FT². El area total es 0.177 FT².

Para 1 GPM/FT²

$0.177 \text{ FT}^2 \times 1 \text{ GPM/FT}^2 = 0.177 \text{ GPM.}$

$0.177 \frac{\text{Gal.}}{\text{Min.}} \times 3785 \frac{\text{CC}}{\text{Gal.}} = 670 \text{ CC/Min.}$

Para 2 GPM/FT²

$0.177 \text{ FT}^2 \times 2 \text{ GPM/FT}^2 = 0.354 \text{ GPM}$

$0.354 \frac{\text{Gal}}{\text{Min.}} \times 3785 \frac{\text{CC}}{\text{Gal.}} = 1340 \text{ CC/Min.}$

Para 3GPM/FT²

$$0.177 \text{ FT}^2 \times 3\text{GPM/FT}^2 = 0.531 \text{ GPM}$$

$$0.531 \frac{\text{Gal}}{\text{Min}} \times 3785 \frac{\text{CC}}{\text{Gal.}} = 2010 \text{ CC/Min.}$$

3. Cantidad de ayuda filtrante para el revestimiento Primario.-

Se va a utilizar una carga de 0.3 Lb/FT².

Como el área filtrante es 0.177 FT² la cantidad en gramos será:

$$0.177 \text{ FT}^2 \times 0.3 \text{ Lbs/FT}^2 \times 454 \text{ gm/lb} = 24 \text{ grs.}$$

4. Cálculos de ayuda Filtrante para el Revestimiento Secundario (Body Feed).-

El Chem-o-Feeder entrega un flujo de 190ml/min.

Sobre esta base calculamos los factores para cada velocidad de filtración.

Para 1 GPM/FT²:

$$\frac{1 \text{ Gal}}{\text{min}} \times \text{FT}^2 \times \frac{3785}{\text{Gal.}} \times 0.177 \text{ FT}^2 = 670 \frac{\text{ml}}{\text{min.}}$$

Sea "X" la concentración de ayuda filtrante.

$$\frac{x \text{ gm de B.F.}}{10^6 \text{ gmH}_2\text{O}} \times \frac{670 \text{ ml/min}}{190 \text{ ml/min}} \times 25 \text{ gal} \times 3785 \frac{\text{gmH}_2\text{O}}{\text{Gal.}}$$

$$= 0.334 X \text{ gm.}$$

Luego: 0.334 X gramos de tierra de diatomea por cada
25 galones de agua del tanque mezclador.

Para 2GPM/FT².

$$\frac{2\text{Gal}}{\text{min}} \times \text{FT}^2 \times 3785 \text{ ml} \times 0.177\text{FT}^2 = 1340 \frac{\text{ml}}{\text{min}}$$

Sea "X" la concentración de ayuda filtrante

$$\frac{X \text{ gm de B.F.}}{10^6 \text{ gm H}_2\text{O}} \times \frac{1340\text{ml}/\text{min}}{190\text{ml}/\text{min}} \times \frac{25\text{gal} \times 3785\text{gm H}_2\text{O}}{\text{gal}^2} \\ = 0.668 X \text{ gm.}$$

Luego: 0.668 x gramos de tierra de diatomea por cada
25 galones de agua del tanque mezclador.

Para 3GPM/FT²

$$\frac{3\text{Gal}}{\text{min}} \times \text{FT}^2 \times 3785 \text{ ml} \times 0.177 \text{ FT}^2 = 2010 \frac{\text{ml}}{\text{min}}$$

Sea "X" la concentración de ayuda filtrante.

$$\frac{X\text{gm de B.F.}}{10^6 \text{ gm H}_2\text{O}} \times \frac{2010 \text{ ml}/\text{min}}{190 \text{ ml}/\text{min}} \times 25\text{gal} \times 3785 \frac{\text{gm H}_2\text{O}}{\text{Gal.}^2} \\ = X \text{ gm.}$$

Luego: X gramos de tierra de diatomea por cada 25 galones
de agua del tanque mezclador.

Con estos factores, multiplicados por la concentración deseada nos dará la cantidad en gramos de ayuda filtrante, que se debe colocar en el tanque de mezcla.

Cuadro 11.

Cuadro de corrección de tem
peratura - pérdida de carga
para manómetros de mercurio
expresado en piés de agua a
68^o F.