



# DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

## Facultad de Ingeniería

ANALISIS COMPARATIVO EN LA CLARIFICACION  
DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE CARBONATO  
DE MAGNESIO Y SULFATO DE ALUMINIO

LESTER ANIBAL GALVEZ ROBAYO

TRABAJO  
*Cesina*

Presentado a la División de Estudios de  
Posgrado de la

FACULTAD DE INGENIERIA

de la

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

como requisito para obtener  
el grado de

MAESTRO EN INGENIERIA  
( A M B I E N T A L )

CIUDAD UNIVERSITARIA, D.F., JULIO DE 1985

T. UNAM  
1985  
GAL



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

APROBADO POR EL JURADO

Presidente M.EN C. FRANCISCO MONTEJANO URANGA

Vocal M.EN I. GASTON MENDOZA GAMEZ

Secretario M.EN I. SALVADOR AYANEGUI JARITZ

Suplente M.EN I. GEORGINA FERNANDEZ VILLAGOMEZ

Suplente M.EN C. FRANCISCO CEPEDA PORRAS



DEPT. FI

T. UNAM

1985

GAL

## VOLUMEN I

PRIMERA PARTE: RESUMEN0.- RESUMENSEGUNDA PARTE: DESARROLLO.1. ANTECEDENTES.1.0.- GENERALIDADES.1.1.- BASES TEORICAS DEL PROCESO.

## 1.1.1.- PROCESO DE CARBONATO DE MAGNESIO.

## 1.1.2.- EL SULFATO DE ALUMINIO COMO COAGULANTE

1.1.2.1.- Aspectos Físicos.1.1.2.2.- Breve Reseña Química.1.1.2.3.- El pH en la Coagulación con Sales de Aluminio.

## 1.1.3.- RELACIONES CUALITATIVAS EN LA COAGULACION.

1.1.3.1.- Alta Concentración de Coloides-Baja Alcalinidad.1.1.3.2.- Alta Concentración de Coloides-Alta Alcalinidad.1.1.3.3.- Baja Concentración de Coloides-Alta Alcalinidad.1.1.3.4.- Baja Concentración de Coloides-Baja Alcalinidad.1.2.- EL CARBONATO DE MAGNESIO EN EL TRATAMIENTO.1.3.- APLICACIONES.2.- ANALISIS DE LAS OPERACIONES UNITARIAS.2.1.- ASPECTOS GENERALES DE LA OPERACION.2.2.- CARACTERIZACION DEL AGUA PROBLEMA.

## 2.2.1.- RECOLECCION DE LA MUESTRA.

## 2.2.2.- FIJACION DE PARAMETROS.

## 2.2.3.- RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION.

2.3.- CONSIDERACIONES TEORICAS PARA LA DOSIFICACION REQUERIDA

## 2.3.1.- HIPOTESIS DE LAS RELACIONES IONICAS.

## 2.3.2.- RELACIONES DE ALCALINIDAD, DUREZA Y pH PARA EL CALCULO DE LA DISTRIBUCION IONICA.

## 2.3.3.- ALGORITMO PARA HALLAR LAS CONCENTRACIONES IONICAS.

## 2.3.4.- RESULTADOS DE CONCENTRACIONES IONICAS.

2.3.4.1.- Muestra No. 12.3.4.2.- Muestra No. 2

- 2.3.4.3.- Muestra No. 3
- 2.3.5.- DUREZAS DE CARBONATOS Y NO CARBONATOS.
  - 2.3.5.1.- Muestra No. 1
  - 2.3.5.2.- Muestra No. 2
  - 2.3.5.3.- Muestra No. 3
- 2.3.6.- ANALISIS DEL pH.
  - 2.3.6.1.- Listado BASIC para Calcular Concentraciones de H<sup>+</sup> y OH<sup>-</sup>
  - 2.3.6.2.- Cálculo de la Concentración de OH<sup>-</sup>
- 2.4.- PROBABLE CONCENTRACION IONICA DE LAS MUESTRAS.
- 2.5.- DOSIFICACION.
  - 2.5.1.- HIDROXILOS REQUERIDOS.
  - 2.5.2.- CALCULO DE LA CAL NECESARIA Y DEL HIDROXIDO DE Ca
  - 2.5.3.- CARBONATO DE MAGNESIO NECESARIO.
    - 2.5.3.1.- Solubilidad del Magnesio como Mg<sup>++</sup>
      - 2.5.3.1.1.- Algoritmo de Cálculo Interactivo.
      - 2.5.3.1.2.- Algoritmo de Cálculo Automático.
    - 2.5.3.2.- Balance de Magnesio.
    - 2.5.3.3.- Preparación de la Solución Patrón de Mg CO<sub>3</sub>
      - 2.5.3.3.1.- Valoración de la Solución Patrón.
  - 2.5.4.- DOSIFICACION CON SULFATO DE ALUMINIO.
    - 2.5.4.1.- Solución Patrón de Sulfato de Aluminio.
- 3.- PROCEDIMIENTOS EN LABORATORIO.
  - 3.1.- GENERALIDADES.
  - 3.2.- OBJETIVO.
  - 3.3.- PROCEDIMIENTO.
    - 3.3.1.- DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA DE COAGULANTE.
    - 3.3.2.- DETERMINACION DEL pH OPTIMO.
  - 3.4.- EQUIPO EMPLEADO.
    - 3.4.1.- TURBIDIMETRO.
    - 3.4.2.- POTENCIOMETRO.
    - 3.4.3.- AGITADOR.
    - 3.4.4.- PROBADOR DE JARRAS.
    - 3.4.5.- OTROS.

#### 4.- RESULTADOS.

##### 4.1.- DETERMINACION CUALITATIVA DE LA MEJOR DOSIS DE - COAGULANTE A pH ORIGINAL.

4.1.1.- CON SULFATO DE ALUMINIO.

4.1.2.- CON CARBONATO DE MAGNESIO.

##### 4.2.- DEFINICION CUALITATIVA DEL MEJOR pH EN LA CLARIFI- CACION.

4.2.1.- CON SULFATO DE ALUMINIO.

4.2.2.- CON CARBONATO DE MAGNESIO.

##### 4.3.- ENSAYOS REITERATIVOS EN LA CLARIFICACION DEL AGUA - BAJO CONDICIONES OPTIMAS DE COAGULANTE Y pH.

4.3.1.- CON SULFATO DE ALUMINIO.

4.3.2.- CON CARBONATO DE MAGNESIO.

#### 5.- ANALISIS DE RESULTADOS

##### 5.1.- CONSIDERACIONES CUALITATIVAS.

5.1.1.- CARACTERISTICAS.

5.1.1.1.- Turbiedad

5.1.1.2.- pH:

5.1.1.3.- Otras Características.

##### 5.2.- ELEMENTOS NUMERICOS DE ANALISIS.

##### 5.3.- METODO DE ANALISIS PROPUESTO.

5.3.1.- CALCULO DE LA MEDIA.

5.3.2.- COEFICIENTE DE CORRELACION.

5.3.3.- ANALISIS DE LA REGRESION

##### 5.4.- TABLAS PARA ANALISIS DE RESULTADOS.

##### 5.5.- COMPARACION DE RESULTADOS MEDIANTE EL USO DE SULFATO DE ALUMINIO Y CARBONATO DE MAGNESIO.

#### 6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1.- CONCLUSIONES.

6.2.- RECOMENDACIONES.

#### 7.- BIBLIOGRAFIA.

VOLUMEN 2

TERCERA PARTE: = = = A N E X O S. =

ANEXOS.



INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

## INDICE DE TABLAS.

- 2.1.- Determinación del Muestreo.
- 2.2.- Parámetros Determinados en la caracterización de las Muestras.
- 2.3.- Caracterización Aguas Residuales Muestra No. 1, C.U.
- 2.4.- Caracterización Aguas Residuales Muestra No. 2, Club de Golf.
- 2.5.- Caracterización Aguas Residuales Muestra No. 3, U. Habitacional ISSFAM.
- 2.6.- Concentraciones de  $H_2CO_3$ ;  $HCO_3^-$ ;  $CO_3^{=}$  en las Aguas problema.
- 2.7.- Cálculos de las durezas de Carbonatos (DC) y no Carbonatos -- (DNC) como función del  $HCO_3^-$ ,  $Ca^{++}$  y  $Mg^{++}$ .
- 2.8.- Concentraciones de  $H^+$  y  $OH^-$  en las muestras.
- 2.9.- Base para cálculos de dosificación probable composición Iónica de las muestras, según cálculos numéricos y valores obtenidos en laboratorio.
- 2.10. Cálculo de incremento de  $OH^-$  requerido para lograr pH óptimo.
- 2.11. Cantidades teóricas de Cal y de Hidróxido de Calcio necesarios para elevar el pH.
- 2.12. Disoluciones de CaO para elevar el pH.
- 2.13. Valoración de CaO y determinación del grado de pureza comercial
- 2.14. Solubilidad del  $Mg^{++}$  en función del pH según el producto de solubilidad (Kps).
- 2.15. Balance del Magnesio según el pH.
- 2.16. Valorización de solución preparada de  $MgCO_3$  para determinar -- contenido de  $MgCO_3$  y grado de pureza.
- 2.17. Dosis teóricas del  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$ , teniendo como base el ---  $HCO_3^-$ .
- 4.1.- Dosis tentativas de sulfato de Aluminio a pH original Muestra No. 1.
- 4.2.- Idem Muestra 2.
- 4.3.- Idem Muestra 3.
- 4.4.- Dosis tentativa de Carbonato de Magnesio a pH original Muestra No. 1.
- 4.5.- Idem Muestra 2.
- 4.6.- Idem Muestra 3.

- 4.7.- Variación de pH y dosificación con sulfato de Aluminio muestra No. 1
- 4.8.- Idem Muestra No. 2
- 4.9.- Idem Muestra No. 3
- 4.10.- Variación de pH y dosificación con carbonato de magnesio muestra No. 1
- 4.11.- Idem Muestra 1
- 4.12.- Idem Muestra 2
- 4.13.- Idem Muestra 2
- 4.14.- Idem Muestra 3
- 4.15.- Idem Muestra 3
- 4.16. a 4.131. Resultados pruebas reiteradas de clarificación a los mejores pH y dosis con sulfato de Aluminio y carbonato de Magnesio (Muestras 1,2,3).
- 4.16 a 4.20 Pruebas de clarificación con sulfato de Aluminio Muestra 1
- 4.21 a 4.25 Pruebas de clarificación con sulfato de Aluminio Muestra 2
- 4.26 a 4.30 Pruebas de clarificación con sulfato de Aluminio Muestra 3
- 4.31 a 5.62 Pruebas de clarificación con Carbonato de Magnesio de Muestra con las variaciones:  $9.5 \leq \text{pH} \leq 12.0$  y dosis (M) así:  $80 \leq M \leq 120$  mg/l.
- 4.63 a 4.96 Idem Muestra 2
- 4.92 a 4.131 Idem Muestra 3
- 5.1.- Análisis de resultados Turbiedad remanente. Muestra No. 1 dosis Sulfato de Aluminio.
- 5.2.- Idem Muestra 2
- 5.3.- Idem Muestra 3
- 5.4 a 5.9.- Idem dosis de Carbonato Muestra 1 a diferentes pH.
- 5.10 a 5.15.- Idem Muestra 2
- 5.16 a 5.23.- Idem Muestra 2
- 5.23A Análisis de la  $\text{DBO}_5$  removida según pH y dosis de  $\text{Mg CO}_3$  para la Muestra No. 3
- 5.25  $\text{DBO}_5$  removida con pH variable a 80 Mg/l de  $\text{Mg CO}_3$  constante.
- 5.26 Idem a 90 mg/l constante
- 5.27 Idem a 100 mg/l constante

5.28 Idem a 100 mg/l constante.

5.29 Idem a 120 mg/l constante.

#### INDICE DE FIGURAS.

2.1.- Planta de tratamiento de aguas residuales Ciudad Universitaria.

2.2.- Planta de tratamiento de aguas residuales Club de Golf.

2.3.- Planta de tratamiento de aguas residuales Unidad Habitacional ISSFAM.

2.4.- Solubilidad del  $MgCO_3$  a diferentes valores de pH.

5.0.- Diagrama de flujo de la información.

5.1.- Turbiedad remanente Vs. Dosis Sulfato Muestra 1

5.2.- Idem Idem Muestra 2

5.3.- Idem Idem Muestra 3

5.4 a 5.23.- Comportamiento de la turbiedad remanente según pH y dosis de Carbonato de Mg.

5.24.- pH Vs. turbiedad remanente a dosis constante de  $MgCO_3$  Muestra No. 1

5.25.- Idem Idem Muestra No. 2

5.26.- Idem Idem Muestra No. 3

5.27.- Curva promedio remoción  $DBO_5$  dosificando  $MgCO_3$ .

5.28.- Curva promedio remoción  $DBO_5$  dosificando Sulfato.

6.1.- Efecto del pH en la remoción de turbiedad Muestra No. 1

6.2.- Idem Muestra 2

6.3.- Idem Muestra 3

PRIMERA PARTE

R E S U M E N .

## 0.- R E S U M E N

La hipótesis para analizar la aplicabilidad del método de tratamiento de aguas residuales domésticas, utilizando para su clarificación sales de magnesio y aluminio, se fundamenta en el proceso Black para agua potable, cuyas bases físicoquímicas se estudian durante el desarrollo del tema, en lo relativo al carbonato de magnesio.

Al comparar, mediante pruebas de jarras, los resultados con ambos coagulantes, carbonato de magnesio y sulfato de aluminio, se encontró que la dosis óptima de sulfato de aluminio, a pH natural, oscila entre 70 y 80 mg/l, quedando turbiedades residuales mínimas de 12 a 15 UNT, con un promedio general de 20.39 UNT. Para el carbonato de magnesio, las dosis oscilaron entre 100 y 110 mg/l con un pH de 11.0 y turbiedades residuales de 5.3 y 6.3; un promedio ponderado de 7.3. Por otra parte, la remoción de  $\text{DBO}_5$  máxima es de 65.2% para 70 mg/l de dosis de sulfato a pH natural; para el Mg la máxima remoción fué de 91% para 100 mg/l. Los promedios generales fueron: 64.5% con  $\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3$  y 73.6% con  $\text{Mg CO}_3$ . Se considera aplicable el método de clarificación de aguas residuales domésticas modificando el pH y utilizando como coagulante carbonato de magnesio, a dosis que se determinan por pruebas de jarras. Los parámetros de control deberán ser: turbiedad remanente,  $\text{DBO}_5$  porcentual removida y pH como los más importantes; la alcalinidad y la dureza serán parámetros secundarios. La recarbonata

ción podrá ser útil para un mejor ajuste de pH, alcalinidad y dureza si se requieren aguas tratadas de alta calidad. Los lodos producidos pasarán a digestión anaerobia o bien se investigará si resulta adecuado, una vez calcinados, recircularlos para economizar reactivos. Se investigarán además los costos del proceso para compararlos frente a otros métodos de tratamiento.

SEGUNDA PARTE

D E S A R R O L L O .



1.- ANTECEDENTES.

1.0.- GENERALIDADES.

1.1.- BASES TEORICAS DEL PROCESO.

1.1.1.- PROCESO CON CARBONATO DE MAGNESIO.

1.1.2.- EL SULFATO DE ALUMINIO COMO COAGULANTE.

1.1.2.1.- Aspectos Físicos.

1.1.2.2.- Breve Reseña Química.

1.1.2.3.- El pH en la Coagulación con Sales de Aluminio.

1.1.3.- RELACIONES CUALITATIVAS EN LA COAGULACION.

1.1.3.1.- Alta Concentración de Coloides-Baja Alcalinidad.

1.1.3.2.- Alta Concentración de Coloides-Alta Alcalinidad.

1.1.3.3.- Baja Concentración de Coloides-Alta Alcalinidad.

1.1.3.4.- Baja Concentración de Coloides-Baja Alcalinidad.

1.2.- EL CARBONATO DE MAGNESIO EN EL TRATAMIENTO.

1.3.- APLICACIONES.

1.- ANTECEDENTES1.0.- GENERALIDADES

Dentro de las diferentes alternativas en el acondicionamiento del agua, cada día surgen nuevas teorías que van siendo acogidas o por el contrario, desechadas, pero siempre bajo el argumento de la investigación, base esta que ha servido para dar origen a la gran pirámide tecnológica por la que transitamos a través del trabajo experimental. Es así como el Dr. A. P. Black, en 1957 inicia el desarrollo de un nuevo proceso en el tratamiento químico del agua potable, en la planta de Dayton, Ohio, auspiciado más tarde por la U. S. E. P. A. probado en otras plantas y publicado como reporte 12120 HMZ, bajo el título "Plant Scale Studies of the Magnesium Carbonate Water Treatment Process" (Estudios a Escala Planta Piloto, del proceso de tratamiento de agua con Carbonato de Magnesio)

1.1.- BASES TEORICAS DEL PROCESO

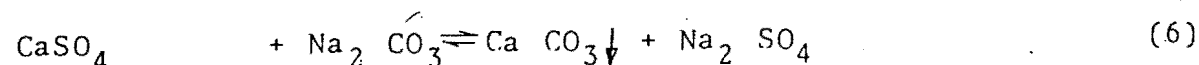
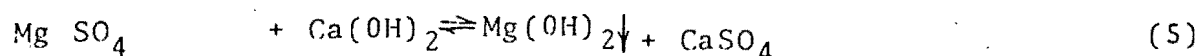
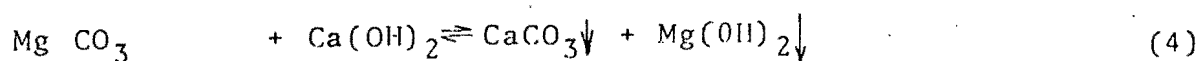
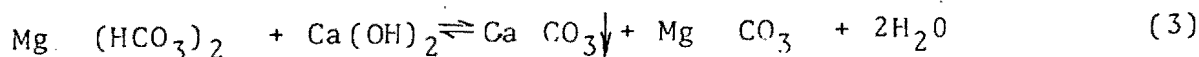
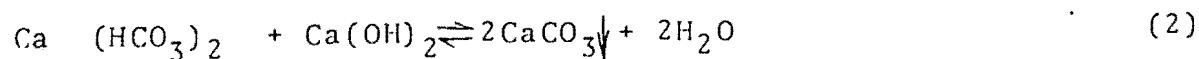
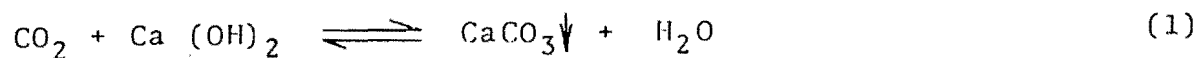
Como es bien sabido, la clarificación del agua se puede llevar a efecto mediante la coagulación, empleando sales de aluminio o fierro de acuerdo a la metodología tradicional, bajo el postulado de que es la desestabilización coloidal lo que origina el fenómeno, debido a que la materia suspendida es la principal causa de la turbiedad del agua. De lo anterior se infiere que aunque el sulfato de aluminio produce buenos resultados como coagulante, resulta atractiva su comparación con

el uso del carbonato de magnesio. Para el efecto, deberemos hacer una breve descripción teórica de cada una de los procesos.

### 1.1.1.- PROCESO CON CARBONATO DE MAGNESIO EN AGUA POTABLE.

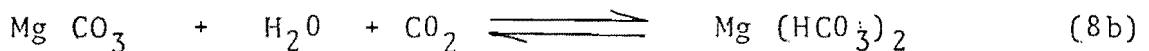
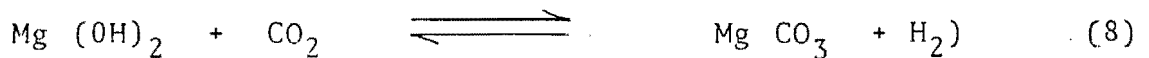
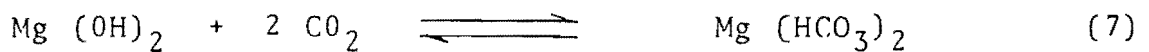
En esta nueva tecnología, desarrollada por el DR. A.P. Black los productos químicos utilizados, Cal, CO<sub>2</sub> y Mg CO<sub>3</sub>, son recuperados y reciclados.

Cuando las aguas duras son tratadas por el método de Cal-soda ocurren las siguientes reacciones:



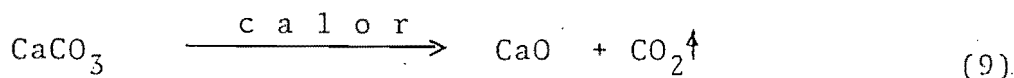
Se plantea que para todos los tipos de aguas el carbonato de magnesio se precipita como Hidróxido de Magnesio, el cual se convierte en un coagulante activo. Los lodos formados están compuestos por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), e hidróxido de magnesio  $\text{Mg(OH)}_2$ . En el caso de aguas turbias, la turbiedad se remueve directamente del agua cruda.

Los lodos son carbonatados por inyección de  $\text{CO}_2$ (gas) el cual selectivamente disuelve el  $\text{Mg(OH)}_2$ , ocurriendo las siguientes reacciones:



Los lodos carbonatados son entonces filtrados con el magnesio recuperado como bicarbonato de magnesio soluble en el filtrado, el cual es reciclado (recirculado) al punto de adición de productos químicos al agua cruda, reprecipitando o precipitando nuevamente y comenzado un nuevo ciclo de tratamiento, ocurriendo las reacciones 3 y 4 otra vez. El filtro colmatado contiene ahora  $\text{CaCO}_3$  y la turbiedad del agua cruda. En las plantas grandes es posible reducir los desechos sólidos aún más por lavado del filtro colmatado y separando la turbiedad del agua cruda proveniente del  $\text{CaCO}_3$  por flotación.

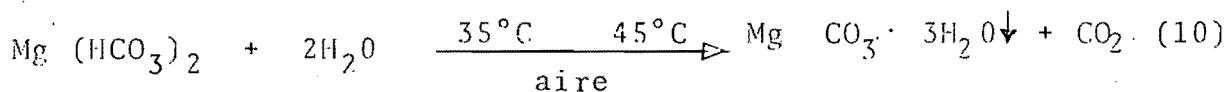
El  $\text{CaCO}_3$  purificado es deshidratado y recalcinado dando como resultado una cal de alta calidad y rapidez, de acuerdo a la siguiente reacción:



El gas  $\text{CO}_2$  liberado en esta reacción se utiliza en la carbonatación del lodo para recuperar magnesio y para recarbonatar el agua en la planta de tratamiento.

Cuando se practica este último paso de recuperar la cal, los sólidos residuales se reducen solamente a aquellos que constituyen la turbiedad del agua cruda.

Si el magnesio se va a recuperar, la solución de bicarbonato de magnesio debe ser clarificada por otra sedimentación o filtración, pasándolo a través de una unidad de intercambio calórico, donde se calentará hasta temperaturas entre 35 y 45°C, después de lo cual se aireará con aire comprimido en un recipiente de mezclado mecánico; la reacción que ocurre durante el calentamiento es la siguiente.



La precipitación del  $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  se completa en alrededor de 90 minutos y el producto resultante se pasa por filtración al vacío, se seca y se puede vender comercialmente. Un resumen de las reacciones se presenta en la tabla N° 1

Se supone que cuando el carbonato de Magnesio se añade al agua residual actúa también como un coagulante activo y se pueda aplicar al proceso. En resumen, se puede ilustrar, sintéticamente el proceso de coagulación-recuperación, mediante el diagrama de la figura No. 1,1

### 1.1.2.- EL SULFATO DE ALUMINIO COMO COAGULANTE.

Debido a que la coagulación con sulfato de aluminio se debe a la desestabilización de la materia coloidal, se hace preciso describir algunos aspectos tanto físicos como químicos.

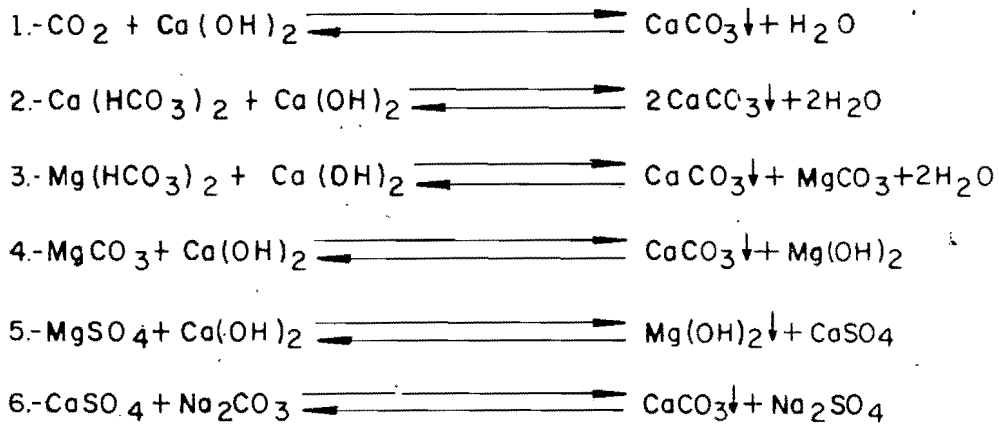
No está por demás indicar que las reacciones involucradas en la química de coagulación con el sulfato de aluminio  $[Al_2(SO_4)_3 \cdot 14 H_2O]$ , como el reactivo generalmente usado, se inicia con su adición al agua para ser dissociado como  $Al^{+3}$  y  $SO_4^{=}$ . El  $Al^{+3}$  se combina con los coloides cargados negativamente para neutralizar parte de la carga de la partícula coloidal, con lo cual se reduce el potencial zeta a un valor donde la aglomeración de las partículas pueden ocurrir. El  $Al^{+3}$  puede también combinarse con el  $OH^-$  para formar hidróxido de aluminio.

#### 1.1.2.1.- Aspectos Físicos.

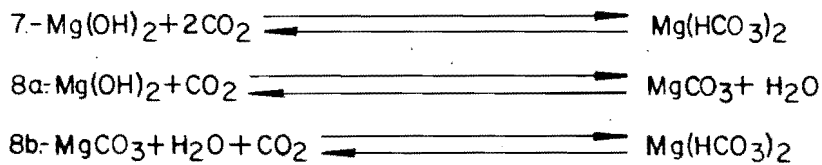
Haciendo un resumen y obviando muchas consideraciones podemos indicar:

RESUMEN DE LA QUIMICA DEL PROCESO

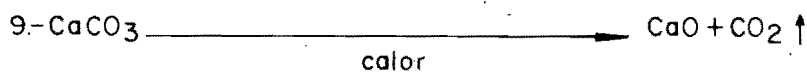
REACCION EN LA CLARIFICACION



REACCIONES EN LA CARBONATACION DE LODOS



REACCIONES EN LA CALCINACION



REACCIONES EN LA RECUPERACION DEL PRODUCTO

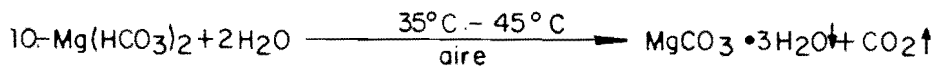
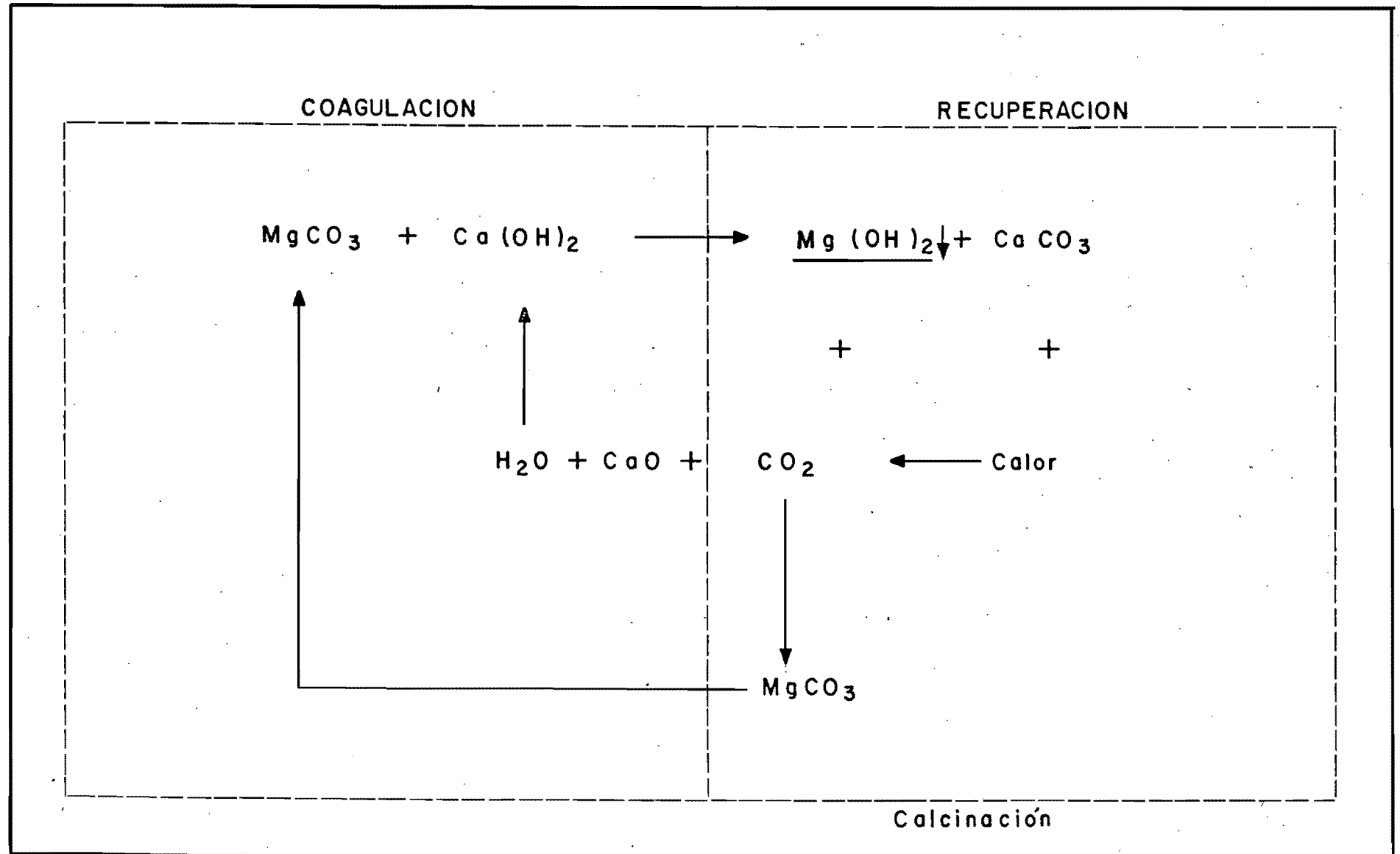
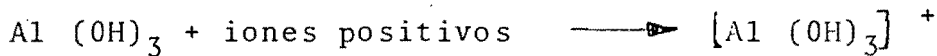


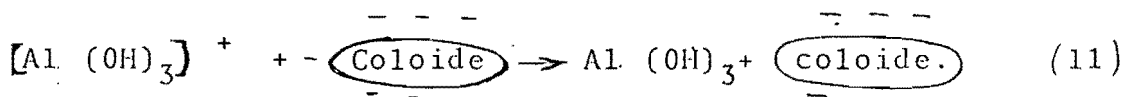
DIAGRAMA QUE RESUME EL PROCESO  
COAGULACION-RECUPERACION  
CON CARBONATO DE MAGNESIO



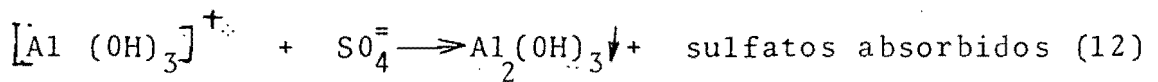




Así, el hidróxido de aluminio formado adquiere un carácter coloidal. Por lo tanto, absorbe un ión proveniente de la solución para formar un ión cargado positivamente. El hidróxido de aluminio sol, estando cargado positivamente, se activa neutralizando la carga de los coloides y ayuda complementando la aglomeración de coloides negativos.

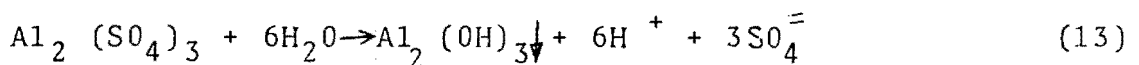


Por otra parte, iones sulfato y otros iones negativos producen un cambio o una eventual precipitación del hidróxido de aluminio:

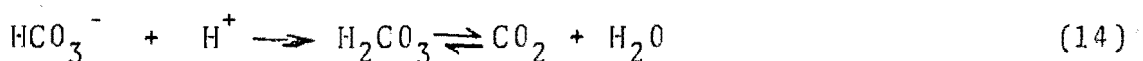


#### 1.2.2.2.- Breve Reseña Química.

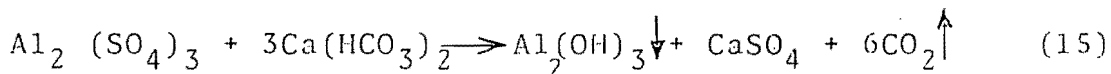
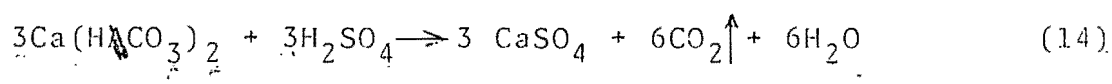
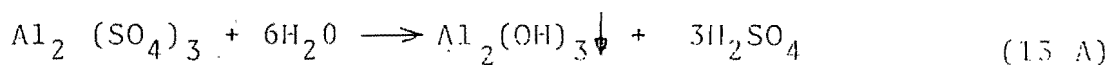
Cuando el sulfato de aluminio se adiciona al agua, se combina con los iones hidróxilo para formar hidróxidos, y iones hidróxido y sulfato: (reacción 13)



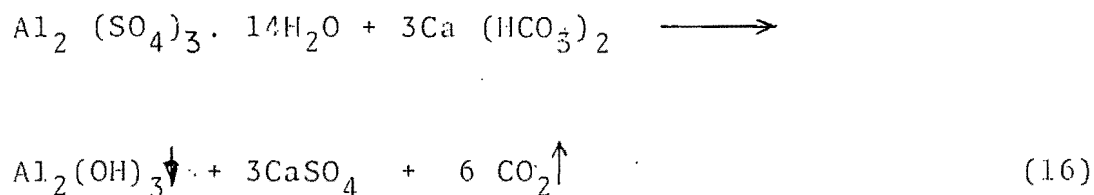
Como se baja el pH en la reacción, el bicarbonato presente sirve como bufer:



Para desarrollar aspectos cuantitativos, las reacciones se pueden escribir en forma molecular:



Siendo las reacciones (13) A y (14) reacciones intermedias para llegar a la (15) la cual es bien conocida en la mayoría de los textos de tratamiento de agua. Para las relaciones de peso, la ecuación 15 deberá escribirse:



Siendo 600, aproximadamente, el peso molecular del sulfato de aluminio. Además el bicarbonato representa alcalinidad.

Observando la ecuación (16) se ve que el bicarbonato de calcio es convertido a sulfato de calcio, entonces, la dureza de carbonato es convertida a dureza de no carbonato, lo cual representa una desventaja en la clarificación del agua por este proceso. ✓

### .1.2.3.- El pH en la Coagulación con Sales de Aluminio.

El pH óptimo para remover los coloides varía con la naturaleza del agua, pero usualmente, en aguas naturales, el rango del pH es de 5.0 a 6.5. ✓

El producto de solubilidad del  $\text{Al}(\text{OH})_3$  es de  $1.9 \times 10^{-33}$ , por lo que es completamente precipitado a niveles de pH por debajo de 5.0. Estos factores indican como es de esencial tener una alcalinidad residual durante la coagulación química, la cual constituye una desventaja. ✓

### .1.3.- RELACIONES CUALITATIVAS EN LA COAGULACION.

Como aspectos meramente informativos, se describirán algunas relaciones entre dosis óptimas de coagulante, pH y concentración de los coloides, pues son bases que se tendrán en cuenta dentro de la metodología o proceso de las pruebas de laboratorio. ✓

#### .1.3.1.- Alta Concentración de Coloides-Baja Alcalinidad.

Solo debe determinarse la dosis óptima de coagulante. La desestabilización es activada por absorción de polímeros metálicos cargados positivamente (a pH bajos de 4 a 6).

1.1.3.2.- Alta concentración de coloides-alta alcalinidad.

La desestabilización se obtiene por absorción y neutralización de cargas. A niveles de pH neutros o ácidos, se puede elegir alta dosis de coagulante (para alta alcalinidad por lo general el pH en región neutral donde los polímeros no están altamente cargados o carga neutra). Se puede remover la alcalinidad y desestabilizar con baja dosis de coagulante a bajo pH.

1.1.3.3.- Baja concentración de coloides-alta alcalinidad.

La coagulación se hace con dosis relativamente altas de coagulante para formar un buen floc. Alternativamente, el coagulante adicionado para aumentar la concentración coloidal va aumentando la cuota de interpartículas de contacto (porque se adicionan más sólidos).

Desestabilización por absorción y neutralización de cargas -- pueden afectarse a bajas dosis de coagulante primario.

1.1.3.4.- Baja concentración de coloides-baja alcalinidad.

La coagulación es más difícil en estos sistemas. Las sales de  $Al^{+3}$  y  $Fe^{+3}$  pueden ser poco efectivas. El pH debe ser muy bajo para permitir una formación de floc y presumiblemente es también baja la superficie de contacto para usar la desestabilización por neutralización de cargas. Se recomienda adicionar alcalinidad, adicionar partículas coloidales o ambos para mejorar la coagulación.

## 1.2.- EL CARBONATO DE MAGNESIO EN EL TRATAMIENTO.

Desde hace algunos años, en la década 70-80, se conoce y ha estudiado el uso del carbonato de magnesio en la clarificación del agua potable, llegándose a recomendar su uso internacionalmente por tener las siguientes ventajas sobre el método convencional con sulfato de aluminio:

- Las descargas de lodos son reducidas o completamente eliminadas y el agua de los lodos, recuperada como agua tratada, es una ayuda importante para grandes plantas.
- El agua es tratada principalmente por tres productos químicos (Cal, Bióxido de Carbono y Carbonato de Magnesio), los cuales son recuperados o reciclados (recirculados).
- Menor contaminación al no tener que disponer de sólidos o ser estos de volúmenes infinitamente más pequeños.
- Se logra una significativa economía en los costos al gastarse menos materia prima al reponerse el  $MgCO_3$  y particularmente cuando se considera el costo de la disposición de lodos.
- Las características de los flóculos formados permiten un significativo incremento en la razón (o promedio) de lodos separados por clarificación, incrementándose la capacidad de clarificación de muchas plantas.

- El agua tratada producida es de alta calidad química y bacteriológica. Las aguas suavizadas son químicamente estables las aguas duras son suavizadas y el alto pH del proceso prevé adicionalmente seguridad de desinfección. Además de lo anterior, muchos metales pesados se remueven del agua durante el proceso.
- El proceso puede ser rápidamente adaptado a los trenes de plantas de filtración de agua potable que usan coagulación química y a las plantas convencionales de suavización con cal-soda. (\*)

### 1.3. - APLICACIONES.

De otra parte, J.E. Singley en su disertación sobre un caso histórico de pruebas a nivel laboratorio y planta piloto en Lynn, Massachusetts, (trabajo presentado al Simposio sobre Nuevos Métodos de Tratamiento de agua, auspiciado por la Organización Mundial de la Salud, la OPS y la CEPIS) indica que --- el sistema de coagulación con carbonato de magnesio, se trasluce como un proceso promisorio en el tratamiento, porque se presentan ventajas tales como:

- Reciclaje del coagulante.
- Eliminación o reducción de los problemas de la disposición de lodos.

---

(\*) Cal-soda es el nombre común del proceso : cal-carbonato de sodio.

- Desinfección adicional por el alto pH requerido en la coagulación.
- Remoción de fierro y manganeso.
- Producción de agua con apropiada dureza y alcalinidad para controlar la corrosión mediante una adecuada estabilización del agua.
- Potencial ahorro en los costos de tratamiento.

Lo anterior hace ver atractiva la experimentación de clarificar agua residual empleando carbonato de magnesio, especialmente si consideramos que los procesos, como operaciones unitarias, responden de manera similar en los aspectos de la química aplicada. ✓

En consecuencia, el planteamiento que precede nos sirve como base para la formulación de la hipótesis de que siendo el método bondadoso para agua potable, también lo será para clarificar agua residual, en la remoción de turbiedad, pues aún cuando no se ha hecho en la práctica, se hace atractiva la experimentación de este proceso. ✓

2.- ANALISIS DE LAS OPERACIONES UNITARIAS.

2.1.- ASPECTOS GENERALES DE LA OPERACION.

2.2.- CARACTERIZACION DEL AGUA PROBLEMA.

2.2.1.- RECOLECCION DE LA MUESTRA.

2.2.2.- FIJACION DE PARAMETROS.

2.2.3.- RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION.

2.3.- CONSIDERACIONES TEORICAS PARA LA DOSIFICACION REQUERIDA.

2.3.1.- HIPOTESIS DE LAS RELACIONES IONICAS.

2.3.2.- RELACIONES DE ALCALINIDAD, DUREZA Y pH PARA EL CALCULO DE LA DISTRIBUCION IONICA.

2.3.3.- ALGORITMO PARA HALLAR LAS CONCENTRACIONES IONICAS.

2.3.4.- RESULTADOS DE CONCENTRACIONES IONICAS.

2.3.4.1.- Muestra No. 1

2.3.4.2.- Muestra No. 2

2.3.4.3.- Muestra No. 3

2.3.5.- DUREZAS DE CARBONATOS Y NO CARBONATOS.

2.3.5.1.- Muestra No. 1

2.3.5.2.- Muestra No. 2

2.3.5.3.- Muestra No. 3

2.3.6.- ANALISIS DEL pH.



- 2.3.6.1.- Listado BASIC para Calcular Concentraciones de  $H^+$  y  $OH^-$
- 2.3.6.2.- Cálculo de la Concentración de  $OH^-$
- 2.4.- PROBABLE COMPOSICION IONICA DE LAS MUESTRAS.
- 2.5.- DOSIFICACION.
  - 2.5.1.- HIDROXILOS REQUERIDOS.
  - 2.5.2.- CALCULO DE LA CAL NECESARIA Y DEL HIDROXIDO DE Ca
  - 2.5.3.- CARBONATO DE MAGNESIO NECESARIO.
    - 2.5.3.1.- Solubilidad del Magnesio como  $Mg^{++}$ 
      - 2.5.3.1.1.- Algoritmo de Cálculo Iterativo.
      - 2.5.3.1.2.- Algoritmo de Cálculo Automático.
    - 2.5.3.2.- Balance de Magnesio.
    - 2.5.3.3.- Preparación de la Solución Patrón de  $Mg CO_3$ 
      - 2.5.3.3.1.- Valoración de la Solución Patrón.
  - 2.5.4.- DOSIFICACION CON SULFATO DE ALUMINIO.
    - 2.5.4.1.- Solución Patrón de Sulfato de Aluminio.

## 2.- ANALISIS DE LAS OPERACIONES UNITARIAS.

Los procesos de coagulación y floculación son una parte importante en el tratamiento de agua y agua residual. La coagulación o desestabilización de la suspensión coloidal resulta del trabajo efectuado por pequeñas partículas debido a procesos físicos y/o químicos. Este es, comunmente, el primer proceso en la secuencia de la remoción de materia en suspensión o del color. La adsorción de otras formas iónicas ocurren en varios grados, dependiendo del tipo de ión involucrado y la presencia y cantidad de constituyentes químicos en el agua o agua residual. ✓

Las pruebas preliminares de agua o agua residual para el diseño del tren de tratamiento incluyen experimentos de coagulación y floculación en laboratorio, comunmente llamadas Pruebas de Clarificación, en nuestro caso constituyen las operaciones unitarias sujetas al análisis. ✓

### 2.1.- ASPECTOS GENERALES DE LA OPERACION.

Generalmente en la potabilización, se han empleado sales de aluminio o fierro para coagular partículas que sedimenten en forma de "flocs", hidróxidos metálicos precipitados e impurezas. Estas pruebas de laboratorio, llamadas pruebas de jarras, son igualmente válidas para el control de la operación de las plantas de tratamiento y de las actividades rutinarias de los operadores de plantas.

Las pruebas de clarificación sirven para indicar la dosificación química óptima, y llegar a remover turbiedad y color, - incluyendo fases auxiliares como ajuste de pH, y la necesidad del uso suplementario de otros reactivos. Las pruebas de jarras tienen, por lo tanto, un buen campo de aplicación en la obtención de información cualitativa sobre la tasa de aglomeración como una función de la energía requerida de agitación (velocidad de las paletas, gradiente de velocidad del floculador), la sedimentación del floc formado, la claridad o clarificación del sobrenadante (la cual se relaciona con la subsecuente carga superficial y la carrera del filtro), - etc.

Los experimentos de floculación y coagulación pueden también utilizarse en unión o complemento a otras pruebas, incluyendo el estudio de procesos básicos, por ejemplo, en la cinética de reacción, en la remoción de trazas de constituyentes en solución acuosa, etc. ✓

En nuestro caso, las pruebas de jarras serán el medio para llegar a resultados comparativos en la clarificación con  $Al_2(SO_4)_3$  y carbonato de magnesio ( $MgCO_3$ ). ✓

## 2.2.- CARACTERIZACION DEL AGUA PROBLEMA.

Se estimó como una necesidad para la validez comparativa en la metodología propuesta, el empleo de agua de fuentes diferentes pero de similar naturaleza. Por este motivo se emplearon aguas residuales crudas de la Ciudad Universitaria, de -

Club de Golf, ubicado en las inmediaciones del Metro Taxqueña y las provenientes de la Unidad Habitacional Tlalpan del --- ISSFAM. ✓

En consecuencia, se cumplen las condiciones iniciales de las tres fuentes para aguas crudas residuales. ✓

De acuerdo con los propósitos específicos del presente trabajo y luego de una evaluación de los requerimientos de características a investigar, se eligieron los parámetros que posteriormente se indicarán, pues son éstos los más idóneos por estar directamente relacionados en los procesos de clarificación del agua, dada su dinámica interactiva en la físicoquímica del proceso. Sin embargo, se hace la salvedad que dado el objetivo central del presente trabajo de investigación, el cual es la remoción de turbiedad mediante la clarificación, se tendrá este parámetro como fundamento en el análisis de resultados. Definido así el principal parámetro, los demás serán considerados parámetros suplementarios cuyas consecuencias e interrelaciones se tendrán en cuenta más como indicadores hacia una adecuada estabilización del agua, que como parámetros de diseño en la metodología propuesta. ✓

#### 2.2.1.- RECOLECCION DE LA MUESTRA.

Con el propósito de que la muestra fuera representativa se decidió tomar muestras compuestas de doce (12) horas tanto en la Ciudad Universitaria como en la Unidad Habitacional y para

el Club de Golf una sola muestra de aproximadamente sesenta - litros para ser almacenada (1). El muestreo se limitó a dos -- muestras compuestas en días diferentes, de acuerdo a los re-- querimientos de volúmenes para cada prueba. Y según programa preestablecido, como se muestra en la siguiente tabla.

La localización de los sitios se muestra en las Figuras No. 2.1, 2.2 y 2.3.

TABLA No. 2.1.  
DETERMINACION DEL MUESTREO.\*

No. de Muestra	DIA Y FECHA.	HORA		No. DE MUESTRAS SIMPLES.	VOLUMEN DE MUESTRAS - SIMPLES (LITROS).	VOLUMEN TOTAL - MUESTRA COMPUESTA
		INICIAL	FINAL			
1	MARTES 8 DE --- NOVIEMBRE 1983	8:10	19:40	12	20	240
2	VIERNES 9 DE - DICIEMBRE 1983	8:35	9:30	1	55	55
3	JUEVES 23 DE - AGOSTO 1984.	9:15	19:35	10	15	150

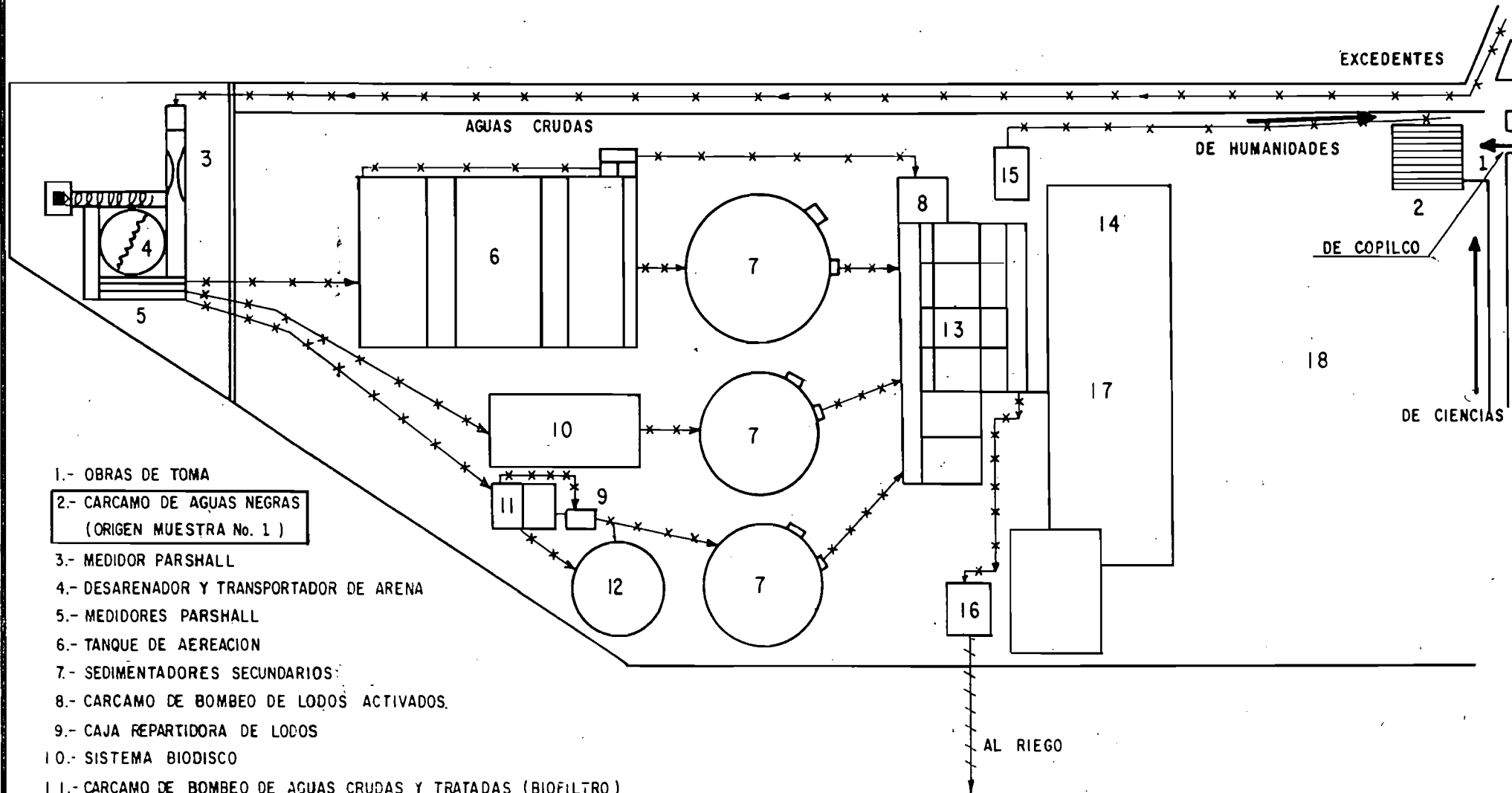
\* Muestra 1: C.U. cárcamo aguas crudas, martes 08-11-83

Muestra 2: Club de Golf, cárcamo de aguas crudas, viernes 09-12-83

Muestra 3: Unidad Habitacional Tlalpan, ISSFAM, jueves 23-08-84.

(1) Se tomó una sola muestra porque no se disponía de los recursos adecuados de transporte de la muestra.

# PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CD. UNIVERSITARIA

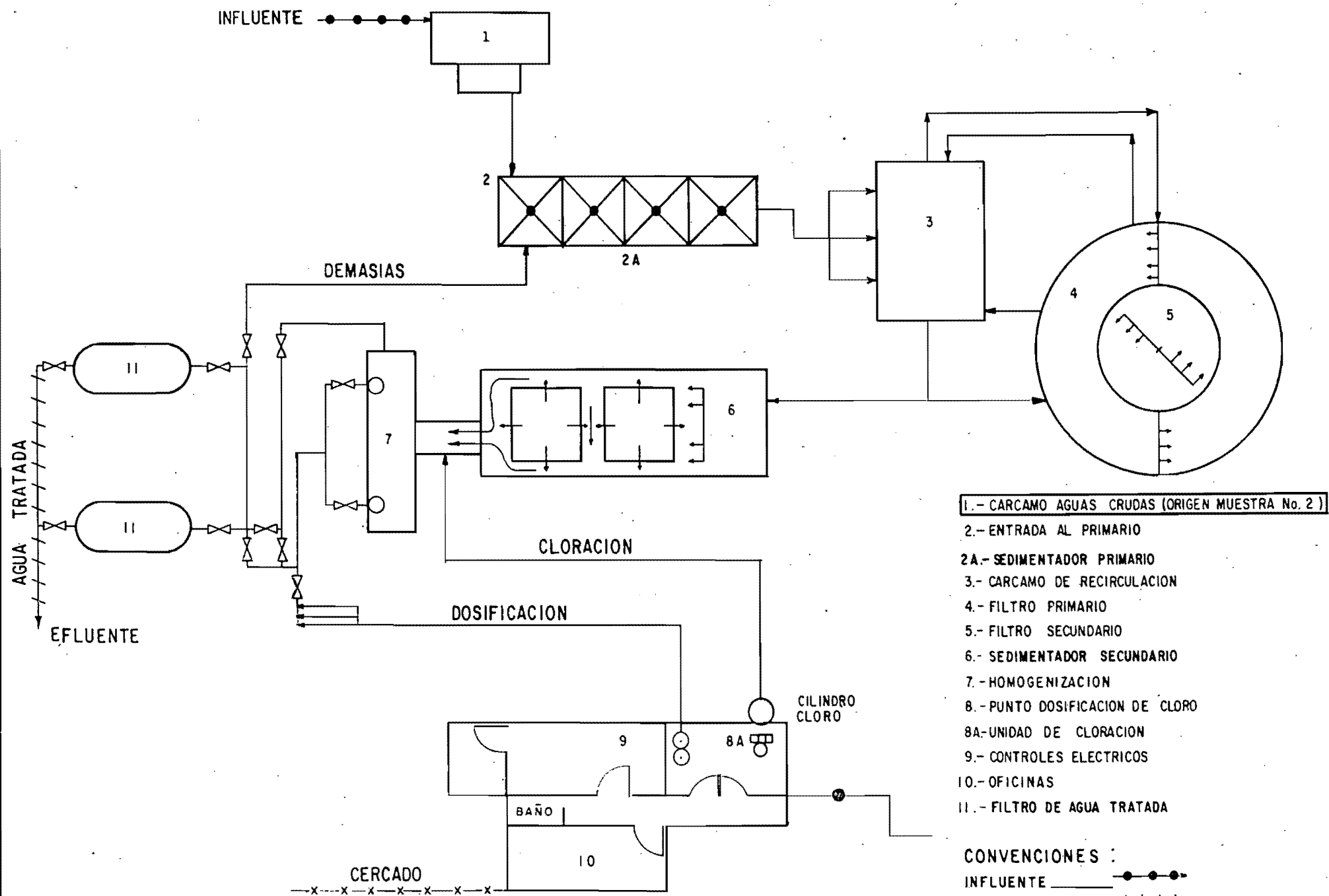


- 1.- OBRAS DE TOMA
- 2.- CARCAMO DE AGUAS NEGRAS (ORIGEN MUESTRA No. 1)
- 3.- MEDIDOR PARSHALL
- 4.- DESARENADOR Y TRANSPORTADOR DE ARENA
- 5.- MEDIDORES PARSHALL
- 6.- TANQUE DE AERACION
- 7.- SEDIMENTADORES SECUNDARIOS
- 8.- CARCAMO DE BOMBEO DE LODOS ACTIVADOS.
- 9.- CAJA REPARTIDORA DE LODOS
- 10.- SISTEMA BIODISCO
- 11.- CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS CRUDAS Y TRATADAS (BIOFILTRO)
- 12.- SISTEMA BIOFILTRO
- 13.- FILTROS
- 14.- CLORADOR
- 15.- CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS CRUDAS Y DRENAJES
- 16.- CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS TRATADAS
- 17.- EDIFICIO
- 18.- TANQUE DE ALIVIO

## SIMBOLOGIA :

- INFLUENTES
- EFLUENTES
- EN PROCESO

FIG. No. 2.1



PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CLUB DE GOLF.

# PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES UNIDAD HABITACIONAL TLALPAN DEL ISSFAM

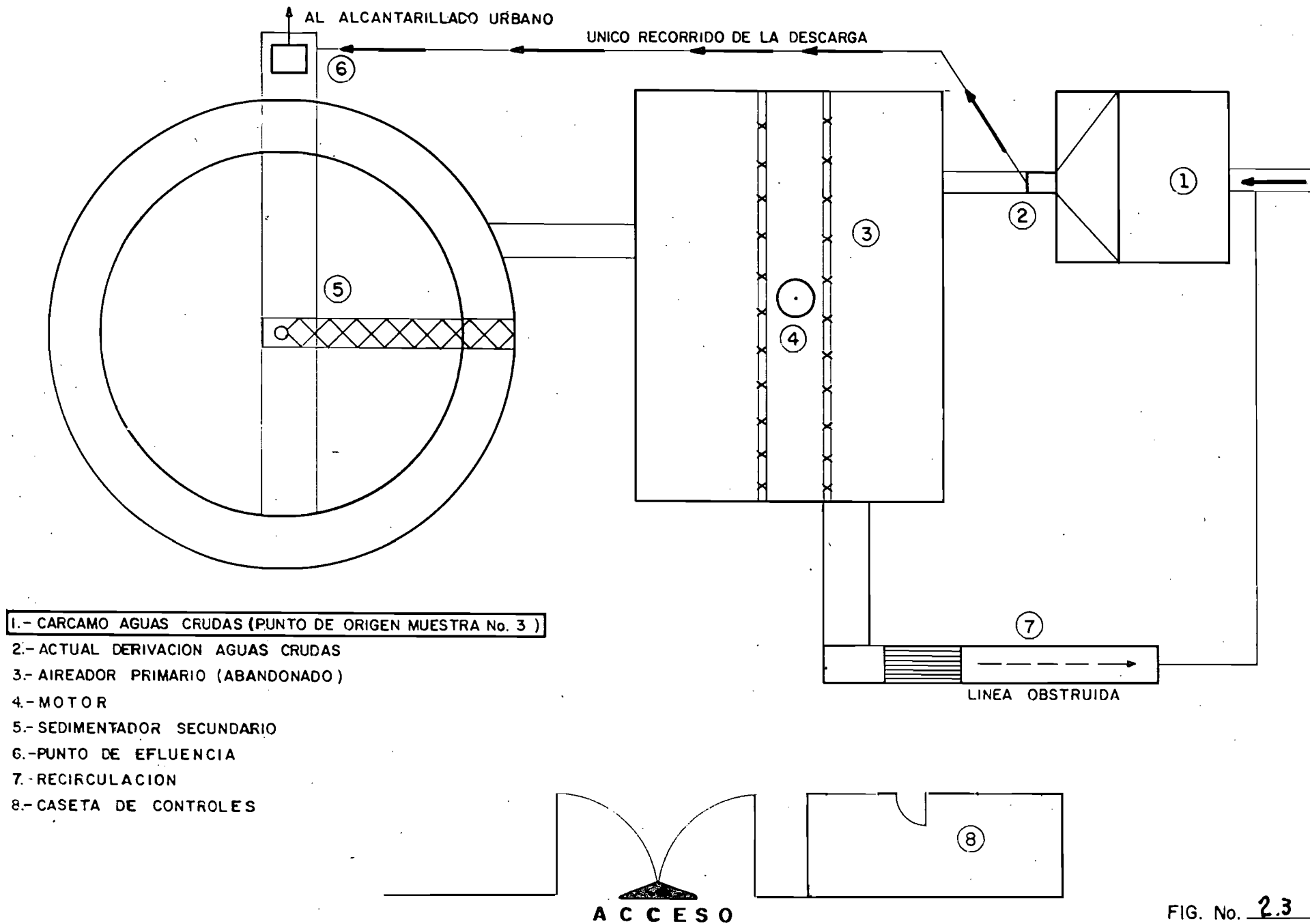


FIG. No. 2.3



## 2.2.2.- FIJACION DE PARAMETROS.

De acuerdo a los propósitos previstos, la caracterización de las aguas residuales se circunscribió a los parámetros consignados en la tabla No. 2.2.

TABLA No. 2.2.

PARAMETROS DETERMINADOS EN LA CARACTERIZACION DE LAS MUESTRAS.

TURBIEDAD.	(U.N.T.) *
pH	(U.S.) *
DBO	mg/l
DQO	mg/l
CO <sub>2</sub>	(mg/l como CaCO <sub>3</sub> )
ALCALINIDAD A LA F	(mg/l como CaCO <sub>3</sub> )
ALCALINIDAD AL A.M.	(mg/l como CaCO <sub>3</sub> )
DUREZA TOTAL	(mg/l como CaCO <sub>3</sub> )
DUREZA DE Ca	(mg/l como Ca CO <sub>3</sub> )
DUREZA DE Mg	(mg/l como CaCO <sub>3</sub> )
S T T (Sólidos Totales Totales)	(mg/l)
S T V (Sólidos Totales Volátiles)	(mg/l)
S T F (Sólidos Totales Fijos)	(mg/l)
Sólidos sedimentables	(ml/l)

\* U.N.T.= Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

U.S. = Unidades estándares de potencial de Hidrógeno.

## CARACTERIZACION AGUAS RESIDUALES

FUENTE : PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS CRUDAS

ORIGEN : CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO D.F.

TABLA No. 2.3

MUESTRA No. UNO (1)

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDADES
Turbiedad.	35	U.N.T.
pH	8.3	U.S.
DBO <sub>5</sub>	200	mg/l
DQO	248	mg/l
CO <sub>2</sub>	5.0	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Alcalinidad a la F.	0	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Alcalinidad al A.M.	236	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Dureza Total.	162	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Dureza de Ca	60	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Dureza de Mg.	102	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Sólidos Totales Totales.	530	mg/l
Sólidos Totales Volátiles.	310	mg/l
Sólidos Totales Fijos.	220	mg/l
Sólidos Sedimentables.	1.1	ml/l

OBSERVACIONES :

41  
**CARACTERIZACION AGUAS RESIDUALES**

FUENTE : PLANTA DE TRATAMIENTO - AGUAS CRUDAS-

ORIGEN : CLUB DE GOLF. TAXQUEÑA., MEXICO D.F.

TABLA No. 2.4

MUESTRA No. DOS (2)

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDADES
Turbiedad.	125	U.N.T.
pH	7.3	U.S.
DBO <sub>5</sub>	246	mg/l
DQO	300	mg/l
CO <sub>2</sub>	25.5	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Alcalinidad a la F.	0	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Alcalinidad al A.M.	128	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Dureza Total.	320	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Dureza de Ca	132	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Dureza de Mg.	188	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Sólidos Totales Totales.	1320	mg/l
Sólidos Totales Volátiles.	770	mg/l
Sólidos Totales Fijos.	550	mg/l
Sólidos Sedimentables.	4.5	ml/l

OBSERVACIONES : \_\_\_\_\_

## CARACTERIZACION AGUAS RESIDUALES

FUENTE : COLECTOR UNIDAD HABITACIONAL MULTIFAMILIARORIGEN : JSSFAM, TLALPAN, MEXICO D.F.TABLA No. 2.5MUESTRA No. TRES (3)

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDADES
Turbiedad.	96	U.N.T.
pH	7.4	U.S.
DBO <sub>5</sub>	230	mg/l
DQO	306	mg/l
CO <sub>2</sub>	30.8	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Alcalinidad a la F.	00	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Alcalinidad al A.M.	192	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Dureza Total.	60	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Dureza de Ca	36	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Dureza de Mg.	24	mg/l como CaCO <sub>3</sub>
Sólidos Totales Totales.	1859	mg/l
Sólidos Totales Volátiles.	1734	mg/l
Sólidos Totales Fijos.	125	mg/l
Sólidos Sedimentables.	3.0	ml/l

OBSERVACIONES : \_\_\_\_\_

### 2.2.3.- RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION.

En las tablas números 23, 24, y 25 se representan los resultados de la caracterización de las diferentes muestras de agua residuales crudas que corresponden a la planta de aguas residuales de la Ciudad Universitaria, al Club de Golf en Taxqueña (Contry Club) y la Unidad Habitacional de Tlalpan (dependiente del ISSFAM (Instituto de Seguridad Social para las Fuerzas Armadas Mexicanas), pertenecientes a las muestras identificadas como las números uno, dos y tres respectivamente, cuyos diagramas funcionales aparecen en las figuras No. 2.1, 2.2. y 2.3 respectivamente.

### 2.3.- CONSIDERACIONES TEORICAS PARA LA DOSIFICACION REQUERIDA.

La dosificación requerida para una reacción, depende, entre otras cosas, de la pureza de los reactivos y de la concentración de los reactantes. Para nuestro caso, la cantidad de reactantes se manifiesta como una variable independiente y nos la determina la caracterización del agua problema. Por ejemplo, el contenido de magnesio. Por otra parte, la variable dependiente se refiere a la dosis que debemos suministrar bajo ciertos estados, de pureza; entonces, se plantea la búsqueda de esta variable para lograr óptimas condiciones en la reacción, para lo cual, partiendo de las relaciones este

quiométricas y del estado iónico, se debe ejecutar los siguientes pasos:

- Calcular la probable distribución iónica.
- A partir de la caracterización, definir, estequiométricamente a la dosis requerida.
- Dependiendo de la necesidad de dosificación, fijar las concentraciones más funcionales de los reactivos en solución.
- Valorar los reactivos antes de utilizarse para calcular la dosis volumétricas requeridas.

### 2.3.1. HIPOTESIS DE LA RELACIONES IONICAS.

Bajo la hipótesis de un equilibrio (dinámico) en las aguas problema, deben calcularse principalmente:

- Concentración de iones hidrógeno ( $H^+$ )
- Concentración de hidroxilos ( $OH^-$ )
- Bióxido de carbono ( $CO_2$ )
- Carbonatos ( $CO_3^{--}$ )
- Bicarbonatos ( $HCO_3^-$ )
- Acido carbónico ( $H_2CO_3$ )

Lo anterior es con el propósito de comprender mejor las probables relaciones de alcalinidad, durezas y pH; para observar así mismo, sus variaciones, mediante la adición de los reactivos y abocar las consideraciones teóricas que nos conlleven a resultados valederos. Por lo tanto, se presentan, a conti-

nuación los fundamentos básicos, como aspectos elementales, para los cálculos subsecuentes.

### 2.3.2.- RELACIONES DE ALCALINIDAD, DUREZA Y pH PARA EL CALCULO DE LA DISTRIBUCION IONICA.

En virtud a las reacciones que intervienen en el proceso, se calcularán las distribuciones del  $H_2CO_3$ ,  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{=}$ , fundamentándonos para ello en las relaciones de alcalinidad y durezas, de acuerdo a las siguientes ecuaciones:\*

$$\alpha_0 = 1 \left( 1 + \frac{K_1}{H^+} + \frac{K_1 K_2}{(H^+)^2} \right)^{-1} \quad (\text{en mol/l}).$$

$$\alpha_1 = \left( 1 + \frac{H^+}{K_1} + \frac{K_2}{H^+} \right)^{-1} \quad (\text{en mol/l}).$$

$$\alpha_2 = \left( 1 + \frac{H^+}{K_2} + \frac{(H^+)^2}{K_1 K_2} \right)^{-1} \quad (\text{en mol/l}).$$

Siendo:

$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$  = Coeficiente de distribución de  $H_2CO_3, HCO_3^-, CO_3^{=}$  = respectivamente.

$k_1 = 4.17 \times 10^{-7}$  constante (a 20° C)

$k_2 = 4.17 \times 10^{-11}$  constante ( a 20° C)

$(H^+) = 10^{-pH}$

\*Apuntes: De Laboratorio Química del Agua (Ref. 5).

Por otra parte, si  $C_T = \frac{1}{2} \left( \frac{(T) - (kw) (H^+) + (H^+)}{\alpha_1 - 2\alpha_2} \right)$

Siendo:

$C_T$  = Coeficiente de concentración total en mol/l

(T) = Alcalinidad total expresada en equivalentes/litro  
o sea,  $2.0 \times 10^{-5} Z$ , siendo Z = alcalinidad total (mg/l  
como  $\text{CaCO}_3$ )

$k_w = 10^{-14}$  Constante

$(H^+) = 10^{-\text{pH}}$  mol/l

### 2.3.3.- ALGORITMO PARA HALLAR LAS CONCENTRACIONES IONICAS.

A partir de lo anterior, se desarrolló el siguiente algoritmo:

```

10  REM "programa para hallar concentraciones de áci
      do carbónico, bicarbonatos y carbonatos en
      un agua problema; conociendo su pH y alcali-
      nidad total".

20          CALL CLEAR

30          PRINT "DAME VALOR DE PH"

40          INPUT PH

50  REM      "T(1) ES LA ALCALINIDAD TOTAL EXPRE-
      SADA EN MG/L"

60          PRINT "DAME VALOR DE T(1)"

70          INPUT T(1)

80          LET Z = 2E-5* T(1)

85  REM      Z ES FACTOR DE CONVERSION

90  REM      "EN LINEA 120 SE CONVIERTEN UNIDADES

```



DE MG/L a EQUI/L PARA LA ALCALINIDAD  
TOTAL T (1)

```
100 PRINT
110 LET A = 4.17 E-7
120 LET KW = 1E - 14
130 LET B = 4.17 E - 11
140 LET C = 10 A - PH
150 PRINT "CONC. HIDRO.=", C
160 PRINT
170 AL(0) = (1/(1+(A/C)+((A-B)/(CA2))))
180 AL(1) = (1/C1+(C/A) + (B/C))
190 AL(2) = (1/(1+(C/B) + ((C 2)/(AxB))))
200 PRINT "AL(0)=", AL(0)
210 PRINT "AL(1)=", AL(1)
220 PRINT "AL(2)=", AL(2)
230 LET CT(1) = (Z-(KW/C)+C)/((AL(1)*2)-(AL(2)*4))
240 PRINT "CT(1)=", CT(1)
250 LET ACD = A1(0) * CT(1)
260 LET B1C = AL(1) * CT(1)
270 LET CAR = AL(2) * CT(1)
280 PRINT
290 PRINT "ACD=", ACD
```

```

300      PRINT "B1C=", B1C
310      PRINT "CAR=", CAR
320      PRINT "ACD,B1C,CAR, EN MOL/L"
330      PRINT
340      PRINT "ACD=", 62000 * ACD
350      PRINT "B1C=", 61000 * B1C
360      PRINT "CAR=", 60000 * CAR
370      PRINT "CONCENT. EN MG/LITRO"
380      END

```

#### 2.3.4.- RESULTADOS DE CONCENTRACIONES IONICAS.

##### 2.3.4.1. Muestra No. 1

$$\text{PH} = 8.3$$

$$T = 236 \text{ mg/l} = 4.72 \times 10^{-3} \text{ meq/l}$$

$$(\text{H}^+) = 5.012 \times 10^{-9} \text{ mol/l}$$

$$\text{H}_2\text{CO}_3 = 2.88 \times 10^{-5} \text{ mol/l} = 1.788 \text{ mg/l} = 2.88 \text{ mg/l como CaCO}_3$$

$$\text{HCO}_3^- = 2.4 \times 10^{-3} \text{ mol/l} = 146.396 \text{ mg/l} = 240.0 \text{ mg/l como CaCO}_3$$

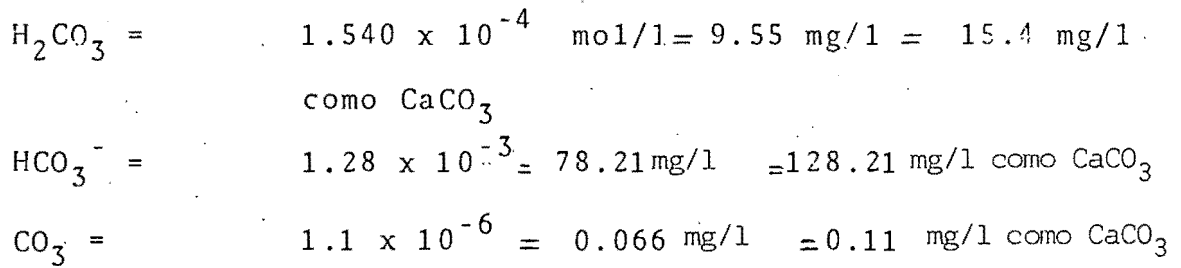
$$\text{CO}_3 = 2.00 \times 10^{-5} \text{ mol/l} = 1.198 \text{ mg/l} = 2.0 \text{ mg/l como CaCO}_3$$

##### 2.3.4.2. Muestra No. 2

$$\text{pH} = 7.3 =$$

$$\text{H}^+ = 5.012 \times 10^{-8}$$

$$T = 128 \text{ mg/l} = 2.56 \times 10^{-3} \text{ meq/l.}$$



#### 2.3.4.3. Muestra No. 3

$$\text{pH} = 7.4$$

$$\text{H}^+ = 3.98 \times 10^{-8} \text{ mol/l}$$

$$\text{T} = 192 \text{ mg/l} = 3.84 \times 10^{-3} \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned}
 \text{H}_2\text{CO}_3^- &= 1.837 \times 10^{-4} \text{ mol/l} = 11.388 \text{ mg/l} = 18.37 \text{ mg/l como CaCO}_3 \\
 &\text{mo CaCO}_3
 \end{aligned}$$

$$\text{HCO}_3^- = 1.92 \times 10^{-3} \text{ mol/l} = 117.36 \text{ mg/l} = 192.4 \text{ mg/l como CaCO}_3$$

$$\text{CO}_3^{=} = 2.0 \times 10^{-6} \text{ mol/l} = 0.121 \text{ mg/l} = 0.2 \text{ mg/l como CaCO}_3$$

La aplicación de las ecuaciones antes descritas nos conduce a los resultados que se consignan en la Tabla No. 2.6 y sus unidades están dadas en mol/l, mg/l y mg/l, como CaCO<sub>3</sub>.

TABLA No. 2,6

CONCENTRACION DE  $H_2CO_3$ ,  $HCO_3^-$  y  $CO_3^{=}$  EN LAS AGUAS PROBLEMA.

	MUESTRA No. 1.			MUESTRA No. 2			MUESTRA No. 3.		
	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c).
$H_2CO_3$	$2.88 \times 10^{-5}$	1.79	2.88	$1.58 \times 10^{-4}$	9.55	15.4	$1.84 \times 10^{-4}$	11.39	18.37
$HCO_3^-$	$2.4 \times 10^{-3}$	146.4	240.00	$1.28 \times 10^{-3}$	78.21	128.21	$1.92 \times 10^{-3}$	117.36	192.4
$CO_3^{=}$	$2.0 \times 10^{-5}$	1.20	2.00	$1.1 \times 10^{-6}$	0.006	0.11	$2.0 \times 10^{-6}$	0.120	0.2
<p>(a): en mol/l</p> <p>(b): en mg/l como <math>H_2CO_3</math> <math>HCO_3^-</math> <math>CO_3^{=}</math> Respectivamente</p> <p>(c): en mg/l como <math>CaCO_3</math></p>									

## 3.5.- DUREZAS DE CARBONATOS Y NO CARBONATOS.

Aplicando las siguientes ecuaciones, calcularemos la dureza de carbonatos (DC) y dureza de no carbonatos (DNC) de las muestras:

$$DC = \left( \frac{(\text{HCO}_3^-)}{2} + (\text{CO}_3^{=}) \right)$$

$$DNC = ((\text{Ca}^{++}) + (\text{Mg}^{++})) - \left( \frac{(\text{HCO}_3^-)}{2} + (\text{CO}_3^{=}) \right)$$

$$= (\text{Ca}^{++}) + (\text{Mg}^{++}) - DC$$

donde  $(\text{Ca}^{++})$  y  $(\text{Mg}^{++})$  se calculan por:

$$\begin{aligned} (\text{Ca}^{++}) \text{ en mol/l} &= \frac{0.4 \text{ (D Ca como CaCO}_3\text{)}}{40000} \\ \text{como catión Ca}^{+2} &= 1 \times 10^{-5} \text{ D Ca} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\text{Mg}^{++}) \text{ en mol/l} &= \frac{0.4 \text{ (D Mg como CaCO}_3\text{)}}{24,000} \\ \text{como catión Mg}^{+2} &= 1 \times 10^{-5} \text{ D Mg} \end{aligned}$$

por lo que mediante cálculos adecuados podemos confeccionar la Tabla No.2.7

3.5.1.- Muestra No. 1

$$\text{Ca}^{++} = \frac{0.4 \times 60}{40000} = \frac{24.0 \text{ mg/l}}{40000} = 6 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$\text{Mg}^{++} = \frac{0.2432 \times 102}{24320} = \frac{24.806 \text{ mg/l}}{24320} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$DC = \left\{ \frac{(\text{HCO}_3^-)}{2} + \text{CO}_3^{=} \right\}$$

$$DC = \left( \frac{2.4 \times 10^{-3}}{2} + 2 \times 10^{-5} \right) = 1.22 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$\text{DNC} = (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) - \left( \frac{\text{HCO}_3}{2} + \text{CO}_3 \right)$$

$$\text{DNC} = (6 \times 10^{-4} + 1.02 \times 10^{-3}) - (1.2 \times 10^{-3} + 2 \times 10^{-5})$$

$$(0.6 \times 10^{-3} + 1.02 \times 10^{-3}) - (1.2 + 0.02) 10^{-3} =$$

$$1.62 \times 10^{-3} - 1.22 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

por lo tanto:

$$\text{DC} = 1.22 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$\text{DNC} = 0.4 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$\text{DT} = 1.62 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

### 3.5.2.- Muestra No. 2

$$\text{Ca}^{++} = 0.4 (\text{D Ca}) = 0.4 \times 132 =$$

$$\text{Ca}^{++} = 52.8 \text{ mg/l} = 1.32 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$\text{Mg}^{++} = 0.24 (\text{DMg}) = 0.24 \times 188$$

$$\text{Mg}^{++} = 45.72 \text{ mg/l} = 1.88 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$\text{DC} = \left( \frac{\text{HCO}_3^-}{2} + \text{CO}_3^{2-} \right)$$

$$= \left( \frac{1.28 \times 10^{-3}}{2} + 0.001 \times 10^{-3} \right)$$

$$= (6.4 \times 10^{-4} + 1. \times 10^{-6})$$

$$= 0.641 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

Pero como alcalinidad a la F = 0, entonces la DC será de bicarbonatos, por cual:  $(\text{HCO}_3^-) = 1,28 \times 10^{-3} = 128 \text{ mg/l como CaCO}_3 = \text{DC}$ . --  
(Ver Cuadro No.2.1)

$$\begin{aligned} \text{DNC} &= (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) - \text{DC} \\ &= (1,32 \times 10^{-3} + 1,88 \times 10^{-3}) - 2(0,641 \times 10^{-3}) \text{ mol/l} \\ &= (3,2 \times 10^{-3}) - (1,28 \times 10^{-3}) \end{aligned}$$

$$\text{DNC} = (1,92 \times 10^{-3}) \text{ mol/l}$$

CUADRO No. 2.1

Relaciones de Alcalinidad. (Ref. 5)

Resultado de la titulación.	Tipo de Alcalinidad.		
	$(\text{OH}^-)$	$(\text{CO}_3^{--})$	$(\text{HCO}_3^-)$
AF = 0	0	0	AT
AF < 1/2 AT	0	2AF	AT - 2AF
AF = AT	0	2AF	0
AF > 1/2 AT	2AF - AT	2(AT - AF)	0
AF = AT	AT	0	0

AF = Alcalinidad a la fenolftaleína,

AT = Alcalinidad Total.

Así que  $\text{HCO}_3^- = \text{AT} - 2\text{AF} + (\text{OH}^-)$ ,

Siendo además:  $\text{AF} = 1/2 (\text{CO}_3^{--}) + (\text{OH}^-)$

2.3.5.3. Muestra No. 3

$$\begin{aligned} \text{Ca}^{++} &= 0.4 \text{ Dca} \\ &= 0.4 \times 36 = \\ &= 14.4 \text{ mg/l} = 3.6 \times 10^{-4} \text{ mol/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mg}^{++} &= 0.24 \text{ D Mg} \\ &= 0.24 \times 24 \\ &= 5.836 \text{ mg/l} = 2.4 \times 10^{-4} \text{ mol/l} \end{aligned}$$

$$\text{DC} = \left( \frac{\text{HCO}_3^-}{2} + \text{CO}_3^{=} \right)$$

Pero como la alcalinidad a la F = 0, entonces se considera que la alcalinidad es debida toda a  $\text{HCO}_3^-$ ; por lo tanto  $\text{HCO}_3^- = 1.92 \times 10^{-3}$   
= DC mol/l

Por otra parte, como  $\text{DC} > \text{DT}$ , entonces  $\text{DNC} = \text{DC} - \text{DT}$

$$\begin{aligned} \text{DNC} &= 1.92 \times 10^{-3} - 0.6 \times 10^{-3} \\ &= 1.32 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

Lo anterior en virtud a que  $\text{DT} = \text{DCa} + \text{DMg}$

$$\begin{aligned} &= 3.6 \times 10^{-4} + 2.4 \times 10^{-4} \\ &= 6.0 \times 10^{-4} = 0.6 \times 10^{-3} \text{ mol/l} \end{aligned}$$



TABLA No. 2.7

CALCULO DE LAS DUREZAS DE CARBONATOS (DC) Y NO CARBONATOS (DNC) -  
 COMO FUNCION DEL  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{++}$  Y  $\text{Mg}^{++}$

DUREZAS.	No. D E M U E S T R A.		
	1	2	3
$\text{Ca}^{++}$	$0.6 \times 10^{-3}$	$1.32 \times 10^{-3}$	$0.36 \times 10^{-3}$
$\text{Mg}^{++}$	$1.02 \times 10^{-3}$	$1.88 \times 10^{-3}$	$0.24 \times 10^{-3}$
DC	$1.22 \times 10^{-3}$	$1.28 \times 10^{-3}$	* $1.92 \times 10^{-3}$
DNC	$0.4 \times 10^{-3}$	$1.92 \times 10^{-3}$	* $1.32 \times 10^{-3}$
DT	$1.62 \times 10^{-3}$	$3.2 \times 10^{-3}$	$0.6 \times 10^{-3}$

\*DT = DC - DNC =  $1.92 \times 10^{-3} - 1.32 \times 10^{-3} = 0.6 \times 10^{-3}$  por ser dureza negativa de no carbonatos.

Como DT = DC + DNC, se tiene que comparando los análisis de laboratorio con los valores aquí calculados, estos coinciden, lo cual ratifica la bondad de los resultados sujetos a análisis y su grado de confiabilidad.

De la misma manera, utilizando otras relaciones comparativas de alcalinidad y durezas, tenemos, para nuestras muestras específicas:

Planta C.U. Muestra No. 1

DT	DCa	DMg
162	60	102
236		0
Z		ZF

donde: DT = Dureza Total  
 DCa = Dureza de Ca  
 DMg = Dureza de Mg  
 Z = Alcalinidad Total  
 ZF = Alcalinidad a la F

Si  $DT < Z$  entonces  $DT = DC$

y habría DNC negativa, por lo tanto:

$DNC = DT - Z = 162 - 236 = -74$  atribuibles a carbonato de sodio ( $Na_2CO_3$ ) o hidróxido de sodio.

Pero no puede ser NaOH debido a que  $ZF = 0$ .

De otra parte:

Si  $DNC < DMg$ , entonces la DNC se atribuye a sulfatos de magnesio y el resto de magnesio se expresará como carbonato de magnesio para igualar la cantidad de dureza de Magnesio. Por lo tanto:

$DMg = DMgCO_3 + DMgSO_4$  por lo que sustituyendo:

$DMgCO_3 = DMg - DMgSO_4 = 102 - 74 = 28 = MgCO_3$

Este hecho se manifiesta al hacerse el balance:

DCa = 60 atribuible a  $CaCO_3$

DMg = 102 atribuibles a 28 de  $MgCO_3$  y 74 de  $MgSO_4$

En resumen:

Ca CO <sub>3</sub>	=	60
MgCO <sub>3</sub>	=	28
MgSO <sub>4</sub>	=	74
		<hr/>
D T		162

Comprobación :

$$\begin{aligned}
 DC &= \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 \\
 &= 74 + 60 + 28 \\
 &= 162
 \end{aligned}$$

$$\text{DNC} = - 74 \text{ atribuibles a MgSO}_4$$

$$\begin{aligned}
 \text{Dmg} &= \text{MgCO}_3 + \text{MgSO}_4 \\
 102 &= 28 + 74 \\
 &= 102 \text{ mg/l como CaCO}_3
 \end{aligned}$$

Por su parte,  $Z = 162 + 74 = 236$  como alcalinidad total

Haciendo un resumen tendremos para la muestra No. 1

$$\begin{aligned}
 \text{MgCO}_3 &= 74 \\
 \text{CaCO}_3 &= 60 = 162 = \text{DT} \\
 \text{MgCO}_3 &= 28
 \end{aligned}$$

Aguas Club de Golf Muestra No. 2

$$\begin{aligned} Z &= AT = 128 \\ DT &= 320 \end{aligned}$$

DT	DCa	DMg
320	132	188
128		0
Z		ZF

donde: DT = Dureza Total  
 DCa = Dureza de Ca  
 DMg = Dureza de M  
 Z = Alcal. Total  
 ZF = Alcal. a la F

$$DT > Z, \quad Z = DC, \quad \text{Entonces: } 128 = DC$$

Se sabe que:  $DT = DC + DNC$  entonces:  $DNC = DT - DC$

$$\text{Sustituyendo: } 320 - 128 = 192 = DNC$$

Si  $DNC > DMg$  entonces se tiene que toda la alcalinidad se debe a dureza --- de carbonato de calcio ( $CaCO_3$ ) y el resto se deberá a durezas de - Mg y Ca expresadas como durezas de no carbonatos, entonces tendremos:

$$DT - DC = DNC$$

$$320 - 128 = 192$$

pero, sabemos que

$$DMg = 188 \text{ por análisis, por lo cual:}$$

se tiene que la dureza de no carbonatos se deberá entonces a sulfatos, por lo que:

$$DNC = (DMg + DCa) \text{ debidos a sulfatos}$$

Entonces:

$$+ DMg = 188 \text{ debido a } MgSO_4$$

$$+ DCa = \underline{4} \text{ debido a } CaSO_4$$

$$= DNC = 192 \text{ como } MgSO_4 \text{ y } CaSO_4$$

Finalmente, resumiendo, la composición probable será:

$$DT = \underline{320}$$

$$DC = 128 \text{ debido a } CaCO_3$$

$$DNC = 192 \text{ debido a } 188 \text{ de } MgSO_4 \text{ y } 4 \text{ de } CaSO_4$$

DCa =  $128 + 4 = 132$  = valor determinado en laboratorio; siendo igualmente 188 de DMg.

La composición de la muestra podrá ser:

$$\left. \begin{array}{l} MgSO_4 = 188 \\ CaSO_4 = 4 \\ CaCO_3 = 128 \end{array} \right\} DT = 320$$

### Análisis Muestra 3

DT	DCa	DMg
60	36	24
192		0
Z		ZF

donde: DT = Dureza Total  
 DCa = Dureza de Ca  
 DMg = Dureza de Mg  
 Z = Alcal. Total  
 ZF = Alcal. a la F

$Z > DT$  entonces puede argumentarse que la dureza total es equivalente a la dureza de carbonatos, siendo además,

$$\text{que } DT - Z = - DNC$$

$$60 - 192 = - 132$$

por lo que esta dureza negativa de carbonatos sería atribuible a carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) o a hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ), siendo poco probable la presencia de hidróxido, dado que el pH es de 7.4 adoptándose por tanto:

$$\text{DNC} = 132 = \text{Na}_2\text{CO}_3$$

Lo cual indica que  $Z - \text{DNC} = \text{DC}$  por lo que sustituyendo:  $\text{DT} - \text{DNC} = \text{DC}$ , entonces  $60 - (-132) = 192 \text{ DC}$

es decir: DC será debida a:

$\text{Na}_2\text{CO}_3$	=	132
$\text{CaCO}_3$	=	24
$\text{MgCO}_3$	=	36

como lo demuestran los valores de laboratorio.

Cálculo del  $\text{CO}_2$  inicial.

Aún cuando el  $\text{CO}_2$ , como es sabido, cambia con la edad de las aguas, se calcula a continuación como función de la alcalinidad y pH originales, para comprobar según determinación de laboratorio.

$$\text{CO}_2 = 0.88 (\text{H}^+) \frac{T}{K_1}$$

siendo.

$(\text{H}^+)$  = concentración de  $\text{H}^+$  meq/l

T: Alcalinidad total mg/l como  $\text{CaCO}_3$

$K_1$  = constante =  $4.4 \times 10^{-7}$  a  $20^\circ\text{C}$

Aplicando la ecuación se tiene:

$$\text{Muestra No. 1} = 2.54 \times \frac{10000}{50000} = 5.08$$

$$\text{Muestra No. 2} = 12.83 \times 2 = 25.66$$

Muestra No. 3 =  $15.29 \times 2 = 30.58$

que comparados con 5.0; 25.5 y 30.8 determinados en laboratorio se encuentran confiables. Por lo anterior se toman como base los valores de laboratorio.

### 2.3.6.-

#### ANALISIS DEL pH

Para facilidad, se diseña el siguiente programa

### 2.3.6.1.-

#### Listado BASIC para Calcular Concentraciones de $H^+$ y $OH^-$

```

10          CALL CLEAR
20          PRINT "DAMEVALOR H=K"
30          INPUT K
40          K = K + 0.1
50          PRINT
60          PRINT
70          X = 10 A (-K)
80          PRINT
90          PRINT "PH = K =", K
100         PRINT "CONCENT. DE H = X =", X
110        PRINT
120        M = 14 - K
130        PRINT "OH = M =", M
140        PRINT
150        N = 10 A (-M)
160        PRINT CONC. OH = N =", N
170        R = M + K
180        PRINT "H + OH = ", R
181        REM "LINEAS 185 Y 190 OPCIONAL SI DESEA RESULTA
182        REM "PARA VALORES REALES INSERTE LINEA 183"
183        IF K > = 14 THEN 220
185        GO TO 40
190        IF K < = 14 THEN 20
200        IF K > 14 THEN 220
210        GO TO 20
220        STOP
240        END

```

### 3.6.2.- Cálculo de la concentración (OH<sup>-</sup>)

Para calcular la concentración de (OH<sup>-</sup>) partiremos del pH, por lo que podemos escribir:

$$(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}} \quad (\text{en moles/l}) \text{ lo cual conduce a:}$$

$$(\text{OH}^-) = 10^{-\text{pOH}} \quad (\text{mol/l})$$

El cálculo para las diferentes fuentes se muestran en la siguiente Tabla:

TABLA No. 2.8  
CONCENTRACIONES DE (H<sup>+</sup>) Y (OH<sup>-</sup>) EN LAS MUESTRAS. (\*)

	N U M E R O . D E M U E S T R A .		
	1	2	3
pH	8.3	7.3	7.4
pOH	5.7	6.7	6.6
(H <sup>+</sup> ) *	$5.011 \times 10^{-9}$	$5.011 \times 10^{-8}$	$3.981 \times 10^{-8}$
(OH <sup>-</sup> ) *	$1.995 \times 10^{-6}$	$1.995 \times 10^{-7}$	$2.511 \times 10^{-7}$

(\*) Unidades en mol/l



2.4.- PRÓBABLE COMPOSICIÓN IÓNICA DE LAS MUESTRAS.

El resumen de la probable composición de las concentraciones iónicas se tienen en la Tabla No.2.9 , cantidades que se tomarán como base para cálculos de dosificación, en virtud de que es un promedio de todos los valores establecidos anteriormente.

TABLA No. 2.9

BASE PARA CALCULOS DE DOSIFICACION. PROBABLE COMPOSICION IONICA DE LAS MUESTRAS, SEGUN CALCULOS NUMERICOS Y VALORES OBTENIDOS EN LABORATORIO.

CARACTERISTICA *	No. DE MUESTRA.		
	1	2	3
CO <sub>2</sub>	5.0	25.5	30.8
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	74	-	132
CaCO <sub>3</sub>	60	128	36
CaSO <sub>4</sub>	-	4	-
MgCO <sub>3</sub>	28	-	24
MgSO <sub>4</sub>	74	188	-
DT	162	320	60
DNC	40	192	132
DC	122	128	192
Alcalinidad.	236	128	60
(H <sup>+</sup> ) en mol/l	5.01x10 <sup>-9</sup>	5.01x10 <sup>-9</sup>	3.98x10 <sup>-8</sup>
(OH <sup>-</sup> ) mol/l	1.99x10 <sup>-6</sup>	1.99x10 <sup>-7</sup>	2.51x10 <sup>-7</sup>
(H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) meq/l	2.88x10 <sup>-3</sup>	1.54x10 <sup>-4</sup>	1.84x10 <sup>-4</sup>
(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) meq/l	2.4x10 <sup>-3</sup>	1.28x10 <sup>-3</sup>	1.92x10 <sup>-4</sup>
(CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> ) meq/l	20x10 <sup>-5</sup>	1.1x10 <sup>-6</sup>	2x10 <sup>-6</sup>
(H <sup>+</sup> ) meq/l	5.01x10 <sup>-9</sup>	5.01x10 <sup>-9</sup>	3.98x10 <sup>-8</sup>
(OH <sup>-</sup> ) meq/l	1.99x10 <sup>-6</sup>	1.99x10 <sup>-7</sup>	2.51x10 <sup>-7</sup>

\* mg/l como CaCO<sub>3</sub>, excepto en los casos donde se indique lo contrario.

## 2.5.- DOSIFICACION.

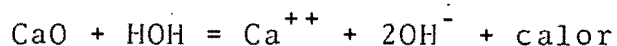
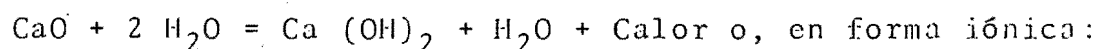
En este apartado se calculan las relaciones teóricas de los reactivos y la probable dosificación, como preparativos para la realización de las pruebas de laboratorio.

### 2.5.1.- HIDROXILOS REQUERIDOS.

Como condición inicial del experimento tendremos que modificar el pH, por lo que se han calculado las cantidades de iones  $\text{OH}^-$  requeridas según los diferentes valores de pH necesarios. Ver tabla -- No. 2.10

### 2.5.2.- CALCULO DE LA CAL NECESARIA Y DEL HIDROXIDO DE Ca

De acuerdo a la Tabla No. 2.11 , se prevé que el ( $\text{OH}^-$ ) requerido se obtenga de la cal ( $\text{CaO}$ ), por hidratación, según la siguiente reacción:



lo cual quiere decir que

1 equivalente de  $\text{CaO}$  produce 2 equivalentes de  $\text{OH}^-$  por lo tanto, para M equivalentes de  $\text{OH}^-$  requeridos, se necesitarán:

$$X \text{ eq. de CaO} = \frac{1}{2} M \text{ equiv. de OH}^-$$

Además, Si

1 eq. de  $\text{CaO}$  pesan 56/2 gr.

X pesará N pesos equivalentes.

Entonces,

$$N \text{ gr. de CaO} = \frac{X \text{ eq. de CaO} \times 28 \text{ gr de Ca}}{1 \text{ eq. de Ca}}$$

TABLA No. 2.10

CALCULO DE INCREMENTO DE (OH<sup>-</sup>) (EN mol/l y mg/l) REQUERIDO PARA LOGRAR pH OPTIMO.

No. DE MUESTRA.	pH		CONCENTRACIONES (OH <sup>-</sup> )		REQUERIDO
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
1	8.3		$1.99 \times 10^{-6}$		
		10.8		$6.31 \times 10^{-4}$	$4.32 \times 10^{-4}$
		11.0		$1 \times 10^{-3}$	$8.01 \times 10^{-4}$
		11.3		$1.99 \times 10^{-3}$	$1.79 \times 10^{-3}$
2	7.3		$1.99 \times 10^{-7}$		
		10.8		$6.31 \times 10^{-4}$	$6.31 \times 10^{-4}$
		11.0		$1 \times 10^{-3}$	$1.00 \times 10^{-3}$
		11.3		$1.99 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-3}$
3	7.4		$2.51 \times 10^{-7}$		
		10.8		$6.31 \times 10^{-4}$	$6.307 \times 10^{-4}$
		11.0		$1 \times 10^{-3}$	$9.99 \times 10^{-4}$
		11.3		$1.99 \times 10^{-3}$	$.99 \times 10^{-3}$

o sea que resumiendo:

$$N \text{ mg de CaO} = \left(\frac{56000}{34000}\right) 17000 \text{ meq. de OH}^-$$

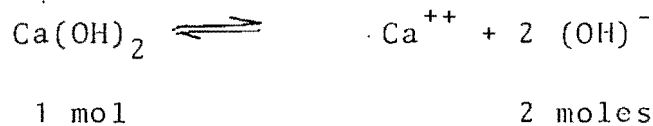
$$N \text{ meq de CaO} = 28000 \text{ M meq de OH}^-$$

Mediante cálculos se llega a la Tabla No. 2.11 en la cual se expresan los requerimientos teóricos de cal para modificar el pH a los niveles requeridos. En la misma tabla se muestra, además, la dosis de Hidróxido de Calcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) de acuerdo a la relación:

$$P. \text{ gr de Ca(OH)}_2 = \frac{74}{56} \times (\text{gr. de CaO}) = 1.3214 (\text{gr de Ca})$$

En consecuencia, se prepararán disoluciones para ser valoradas y ajustadas según corresponda y como adelante se indicará,

Otra manera de comprobar los cálculos que preceden sería, considerando la reacción:



$$\text{Si } 74,000 \text{ mg/gmol de Ca(OH)}_2 \longrightarrow 37,000 \text{ mg/g mol de OH}^-$$

Entonces:

$$\text{mg de Ca(OH)}_2 \text{ requeridos} = \frac{74,000 \frac{\text{mg}}{\text{mol}}}{2 \text{ mol de OH}^-} = 37,000 \frac{\text{mg mol de OH}^-}{\text{mg mol}} =$$

$$\text{Ca (OH)}_2 \text{ mg} = 37,000 \times \text{moles de OH}^-$$

comprobando para la muestra No. 1:

$$\text{pH inicial} = 8.3$$

$$\text{pH final} = 10.8 \quad : \text{OH}^- \text{ requerido} = 4.32 \times 10^{-4} \text{ moles}$$

Entonces:

$$\begin{aligned} \text{Ca (OH)}_2 \text{ mg/l} &= 37,000 \times (4.32 \times 10^{-4}) = 15.98 \\ &\approx 16 \text{ mg de Ca (OH)}_2, \text{ valor que se} \\ &\text{encuentra en la tabla. 2.11} \end{aligned}$$

TABLA No. 2.11

CANTIDADES TEORICAS DE CAL Y DE HIDROXIDO DE CALCIO NECESARIOS PARA ELEVAREL pH.

No. DE MUESTRA.	pH FINAL.	(OH <sup>-</sup> ) REQUERIDO meq/l	CAL (CaO) NECESARIA mg/l	Ca(OH) <sub>2</sub> en mg/l
1	10.8	$4.32 \times 10^{-4}$	12.1	16.00
	11.0	$8.01 \times 10^{-4}$	22.4	29.6
	11.3	$1.79 \times 10^{-3}$	50.1	66.2
2	10.8	$6.31 \times 10^{-4}$	17.7	23.34
	11.0	$1.00 \times 10^{-3}$	28.0	36.99
	11.3	$1.99 \times 10^{-3}$	55.7	73.6
3	10.8	$6.31 \times 10^{-4}$	17.7	23.4
	11.0	$1.00 \times 10^{-3}$	28.0	37.0
	11.3	$1.99 \times 10^{-3}$	55.7	73.63

Por lo anterior, se prepararán disoluciones según la siguiente ta  
bla, para poder aplicar una dosis adecuada:

TABLA No. 2.12

DISOLUCIONES DE CaO PARA ELEVARE EL pH

CaO(OH <sub>2</sub> ) mg/ml	Volumen preparado en ml.
0.1	100
1	100
1.0	250
5.0	250
10.0	100

NOTA:

Al ser valoradas las disoluciones se encontró que los contenidos reales de CaO fueron:

TABLA No. 2.13

VALORACION DE CaO Y DETERMINACION DEL GRADO DE PUREZA COMERCIAL.

Ca <sup>++</sup>	0.0323	0.3304	3.3109	16.6457	32.8452	mg de Ca <sup>++</sup>
CaO	0.0678	0.6938	6.9529	34.9560	68.9749	a) valorado.
CaO	0.1	1.0	10	50	100	b) suministrado.
(b-a)	0.0322	0.3062	3.0471	15.044	31.0257	c) diferencia (b-a)
% de Pureza	67.8000	69.3800	69.5290	69.9120	68.9749	$\frac{(b-c)}{b} \times 100$
Promedio.	69.11					

Por lo cual se acepta una pureza de  $70 \pm 1$  por ciento del CaO comercial adquirido para la prueba.



### 2.5.3.- CARBONATO DE MAGNESIO NECESARIO.

Para determinar el carbonato de magnesio ( $\text{MgCO}_3$ ) necesario para la dosificación se partirá del balance de magnesio, de acuerdo con su solubilidad, que es función directa del pH (contenido de  $\text{OH}^-$  en el agua a tratar), de la alcalinidad presente y de las propias concentraciones de Mg medidas como durezas de Mg.

#### 2.5.3.1.- Solubilidad del Magnesio como $\text{Mg}^{++}$

La importancia del producto de solubilidad del ión, radica en que se debe de partir de su cuantificación para llegar a determinar bajo qué concentraciones precipita y por lo tanto cual será la dosificación que habrá de administrarse, para que el fenómeno ocurra.

Por tablas:

$$(\text{Mg}^{++})(\text{OH}^-)^2 = 9 \times 10^{-12} = \text{Kps} \text{ a } 20^\circ\text{C y } 760 \text{ mmHg.}$$

Por lo tanto:

$$\text{mg/l de } (\text{Mg}^{++}) = \frac{\text{Kps}}{(\text{OH}^-)^2} = \frac{9 \times 10^{-12}}{(\text{OH}^-)^2} \times 24,300$$

(Para efectos teóricos omitimos aquí la corrección que pudiera tener el Kps para condiciones de México, D.F., aspecto que no nos conduce a mayor error).

De acuerdo a las relaciones anteriores, se calcula la tabla No. 2.14 donde se determinan las concentraciones de  $\text{Mg}^{++}$  para los cuales se cumple el Kps, esto quiere decir que los valores así

expresados serán las dosis límites para comenzar el proceso de precipitación y por lo tanto el arrastre de material coloidal, pues se inicia la precipitación del hidróxido de Magnesio ----  
 $(\text{Mg}(\text{OH})_2)$ , en virtud de que: si



La tabla 2.14 sirve de base para confeccionar la figura 2.4

#### 2.5.3.1.1.- Algoritmo de Cálculo Iterativo.

```

10 REM "ESTE PGRM: CALCULA SOLUBILIDAD DEL MGCO3 A PARTIR DEL
    PH"

20 CALL CLEAR

40 INPUT PH(1)

60 PRINT "DAME PH=", PH(1)

80 LET H(4) = 10 ^ - PH(1)

100 PRINT "CONCENT.H =", H(4)

120 PRINT

140 LET OH = 10 ^ (14 - PH(1))

160 PRINT "OH =", OH

180 LET MG(1) = (( 9E - 12)/(OH)^2)

200 PRINT "MG(1) EN MGL/L ", MG(1)

220 LET MG(2) = 24320 * MG(1)

240 PRINT "MG (2) MG/L ", MG(2)

260 IF PH (1) < 14 THEN 40

280 END

```

2.5.3.1.2.- Algoritmo de Cálculo Automático.

```
200 CALL CLEAR
201 REM" ESTE PROGRAMA CALCULA LA CONCENTRACION DE MG CO3 A -
PARTIR DEL pH INICIAL DE 0.1 CON ITERACIONES DE 0.1 EN --
0.1"

205 LET PH=0.1
210 PH(1) = PH(1) + 0.1
220 GOTO 240
230 INPUT PH(1)
240 PRINT "PH =", PH(1)
250 LET H(4) = 10  $\uparrow$  - PH(1)
260 PRINT
270 LET OH = 10  $\uparrow$  - (14-PH(1))
280 LET MG(1) = ((9E-12)/OHA 2))
290 PRINT "MG(1)MOL/L ", MG(1)
300 LET MG(2) = 24320 * MG(1)
310 PRINT " MG(2)MG/L = ", MG(2)
320 PRINT
330 PRINT
340 PRINT
350 IF PH(1) < 14 THEN 210
360 IF PH(1) > = 14 THEN 370
370 END
```

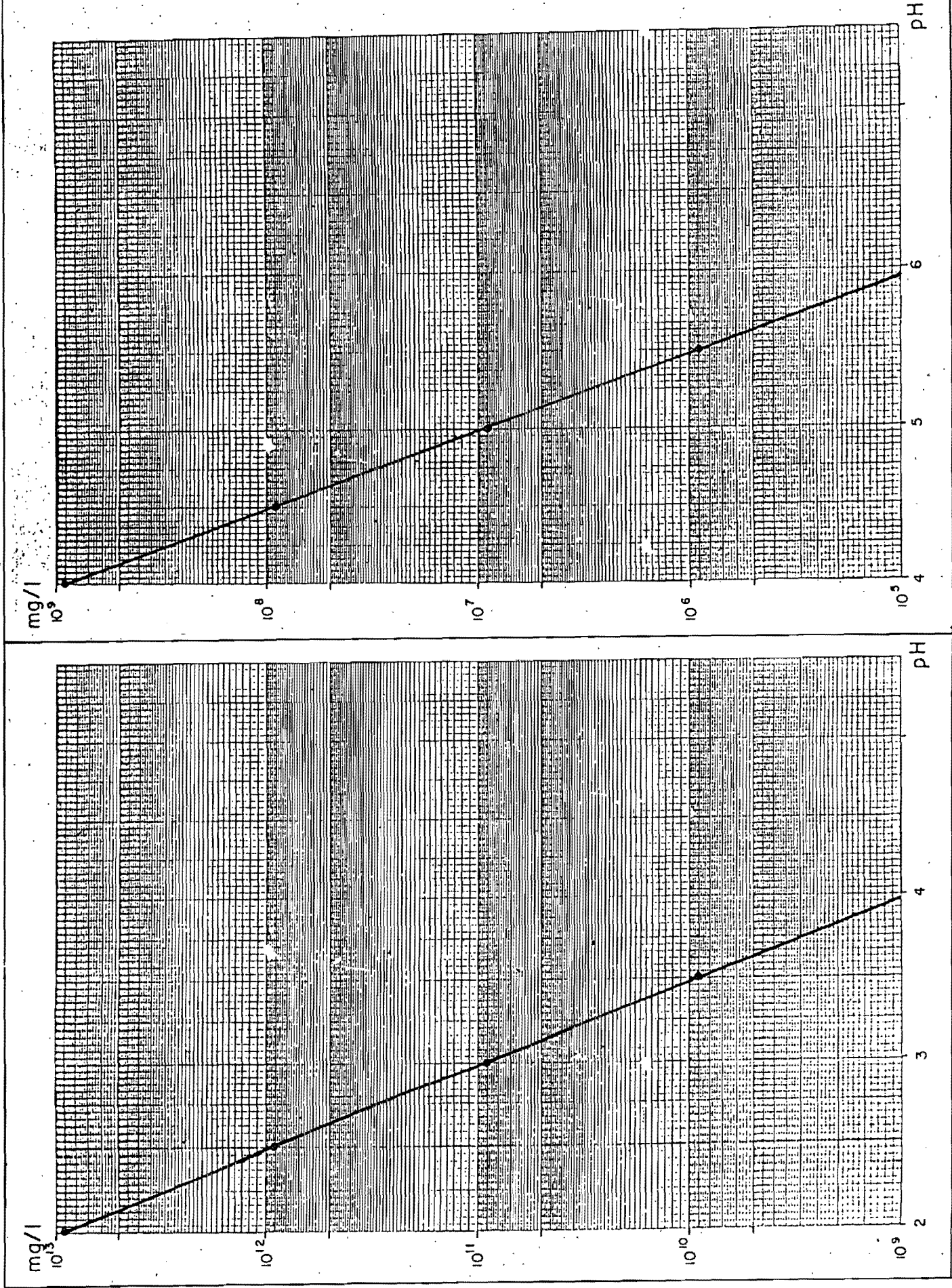
El programa que antecede es fuente para obtener la figura 2.4

TABLA No. 2.14

SOLUBILIDAD DEL  $Mg^{++}$  EN FUNCION DEL pH SEGUN EL PRODUCTO DE SOLUBILIDAD (Kps).

(ESPRESADO COMO  $Mg^{++}$ ) \*

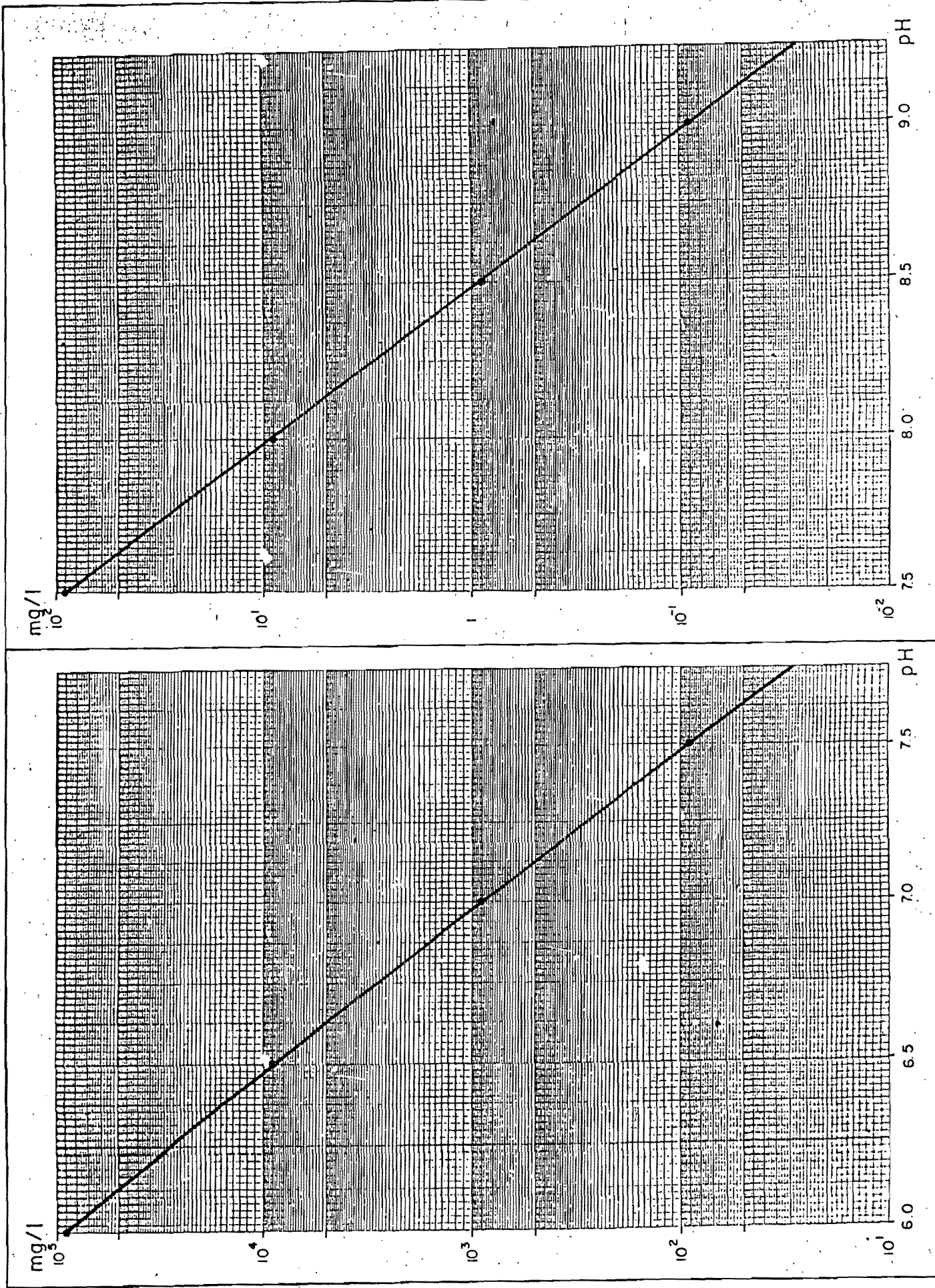
pH	pOH	S O L U B I L I D A D .	
		Mol/l	mg/l
2.0	12.0	9 E + 12	2.2 E + 17
3.0	11.0	9 E + 10	2.2 E + 15
4.0	10.0	9 E + 8	2.2 E + 13
5.0	9.0	9 E + 6	2.2 E + 11
6.0	8.0	9 E + 4	2.2 E + 10
6.5	7.5	9 E + 3	2.2 E + 8
7.0	7.0	9 E + 2	2.2 E + 7
7.5	6.5	9 E + 1	2.2 E + 6
8.0	6.0	9 E + 0	2.2 E + 5
8.5	5.5	9 E - 1	2.2 E + 4
9.0	5.0	9 E - 2	2.2 E + 3
9.5	4.5	9 E - 3	2.2 E + 2
10.0	4.0	9 E - 4	21.889
10.5	3.5	9 E - 5	2.189
11.0	3.0	9 E - 6	0.22
11.5	2.5	9 E - 7	2.2 E - 2
12.0	2.0	9 E - 8	2.2 E - 3
* Resumen de listado de microproceso en equipo TI 99/4A.			



Fuente: microproceso TI 99/44

Fig. No. 2.4

SOLUBILIDAD DEL  $MgCO_3$  A DIFERENTES VALORES DE pH



Fuente microproceso TI 99/4A

SOLUBILIDAD DEL MgCO<sub>3</sub> A DIFERENTES VALORES DE pH Fig. No. 2.4

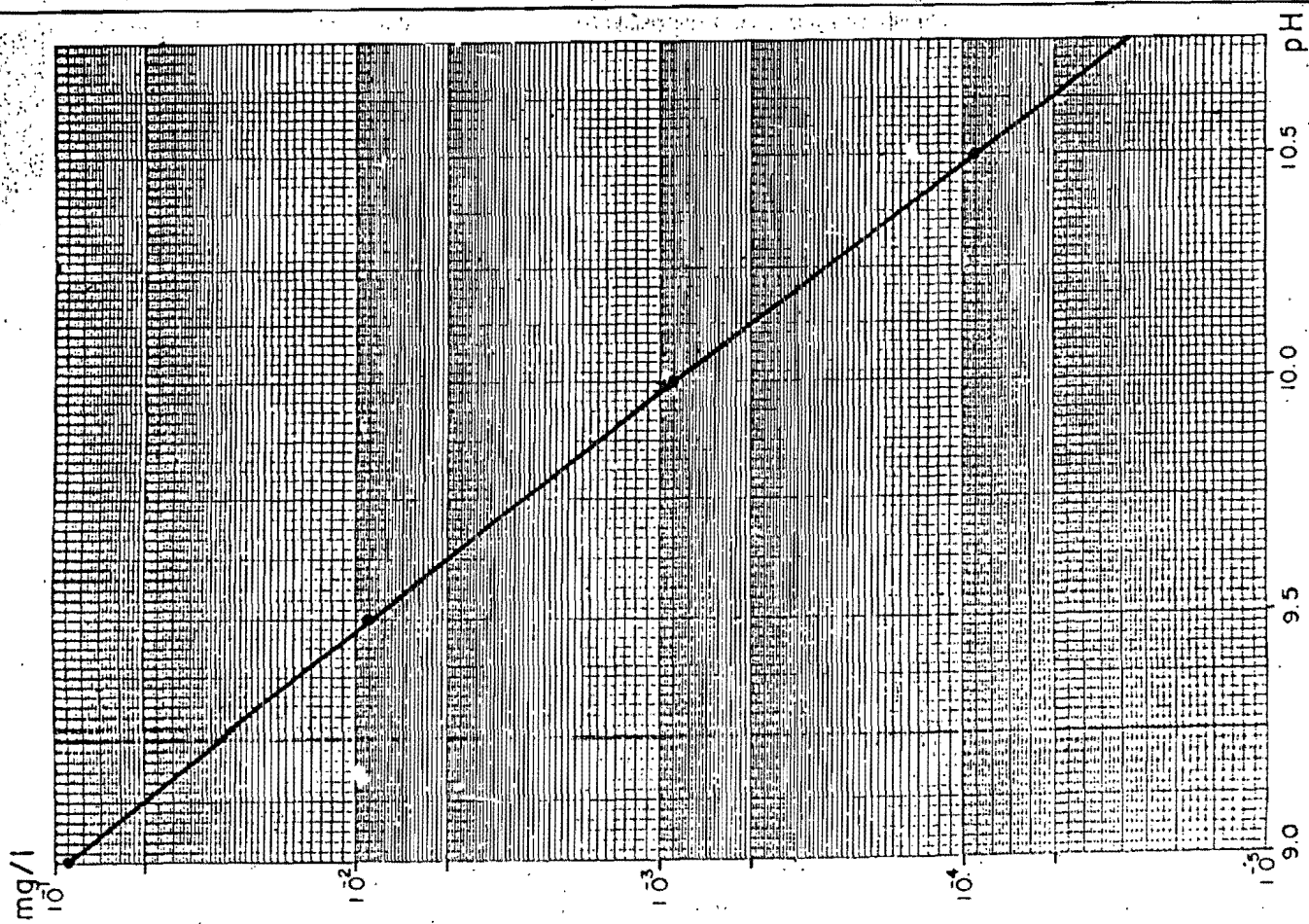
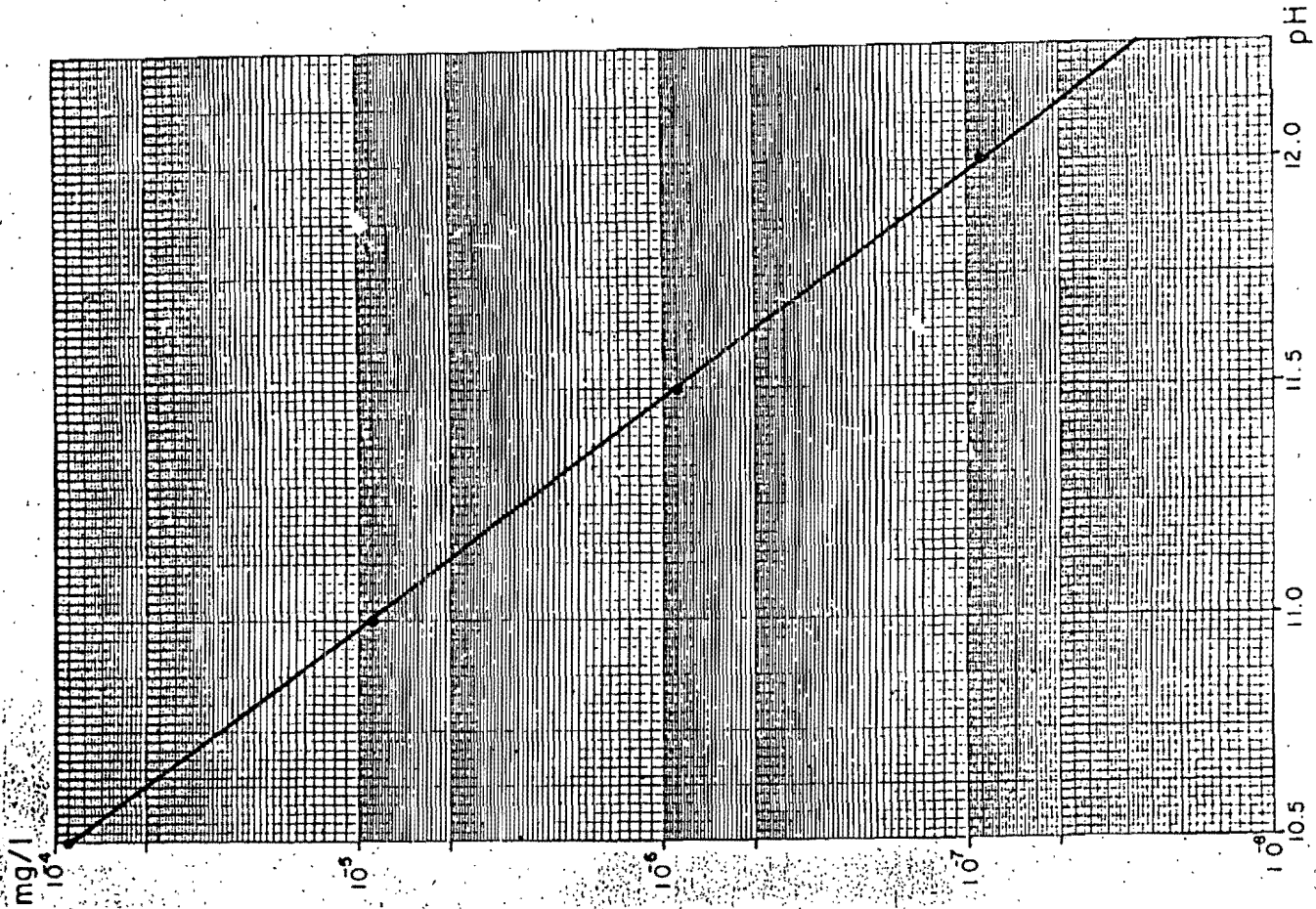
SOLUBILIDAD DEL  $MgCO_3$  A DIFERENTES VALORES DE pH

Fig. No. 2.4

### 2.5.3.2.- Balance de Magnesio.

Por otra parte, de las condiciones originales y según la Tabla - No. 2.14, se puede decir que la deficiencia de magnesio se cubre mediante fuente externa de acuerdo a la siguiente relación:

$$(\text{CONTENIDO}) - (\text{SOLUBLE}) = \text{PRECIPITADO}.$$

De la anterior igualdad, se presenta la Tabla No. 2.15 como --- balance y requerimientos de magnesio según el pH.



TABLA No. 2.15

BALANCE DEL MAGNESIO SEGUN EL pH (UNIDADES: mg/l COMO Mg<sup>++</sup> ).

MUESTRA No.	pH	SOLUBILIDAD	CONTENIDO	PRECIPITADO	pH TEORICO ADECUADO	Mg(CO <sub>3</sub> ) mg/L. requerido
1	8.3	54,980.2	24.8	0	10.8	0
	10.0	21.9		2.9		10.05
	10.5	2.2		22.6		78.3
	10.8	0.6		24.2		83.9
	11.0	0.2		24.6		85.29
	11.3	0.05		24.7		85.6
	11.5	0.03		24.8		86.0
	2	7.3	5.498x10 <sup>6</sup>	45.7	0	10.8
10.0		21.9		23.8		82.5
10.5		2.2		43.5		150.8
10.8		0.6		45.1		156.4
11.0		0.2		45.5		157.8
11.3		0.05		45.6		158.1
11.5		0.03		45.7		148.4
3		7.4	3.47x10x10 <sup>6</sup>	5.8	0	11.0
	10.0	21.9		0		0
	10.5	2.2		3.6		12.5
	10.8	0.6		5.2		18.0
	11.0	0.2		5.6		19.4
	11.3	0.05		5.8		20.1
	11.5	0.03		5.8		20.1



DEPA

Analizando la tabla anterior, podemos observar cómo debe ajustarse el pH de acuerdo al contenido de Magnesio, pues a mayor pH es mucho menor la solubilidad. De lo anterior puede deducirse que para altos contenidos de Mg se debe modificar muy poco el pH y, por el contrario para aguas con bajo contenido de Mg se deberá elevar el pH. Se deduce entonces que las ventajas económicas deberán visualizarse a partir del balance de contenido de Mg, modificación del pH para definir las condiciones óptimas a mínimo costo, pues se deberá comprobar qué tanta cal se gastará para elevar el pH y cuanto Mg se adicionará para que se produzca la precipitación del  $Mg(OH)_2$

Estas consideraciones se tendrán en cuenta para justificar la modificación del pH con la dosificación de la cal y la adición del Mg para producir la precipitación, pues son factores decisivos en la composición de los costos de tratamiento.

Finalmente, la columna "Precipitado" y de dicha tabla, la reducimos a  $MgCO_3$ , para definir la dosis requerida mediante la relación:

$$MgCO_3 \text{ mg/l} = \frac{84320}{24,320} (\text{mg/l de Mg}^{++} \text{ a precipitar})$$

#### 2.5.3.3.- Preparación de la Solución Patrón de $MgCO_3$

Analizando la tabla 2.15 puede observarse que para obtener los resultados deseados, debe tenerse un pH de 11.0 aproximadamente lo cual dará una precipitación de 85, 158 y 20 mg/l de carbonato de magnesio; en virtud a lo anterior, se prepararán relaciones pa

ra dosificar entre 90 y 100 mg/l para la muestra 1, 150 a 160 mg/l para la muestra 2 y 10 a 30 para la muestra 3. Por lo tanto, se prepararán soluciones de 0.1, 1.0, 50 y 100 mg/l para dosificación.

#### 2.5.3.3.1.- Valoración de la Solución Patrón.

La valoración de las soluciones preparadas se presentan en la Tabla No. 2.16

TABLA. No. 2.16

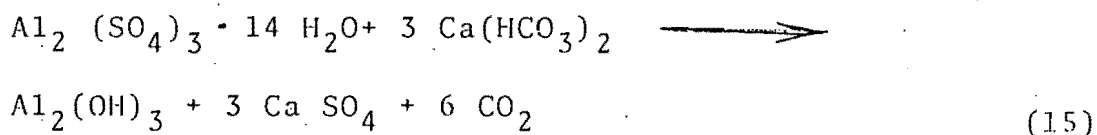
VALORACION DE SOLUCIONES PREPARADAS DE  $Mg CO_3$  PARA DETERMINAR       
 CONTENIDO DE  $Mg CO_3$  Y GRADO DE PUREZA. . . . .

$Mg^{++}$	0.0288	0.288	2.884	14.42	28.84	mg de $Mg^{++}$
$Mg CO_3$	0.71	0.705	7.105	35.08	70.560	a) Valorado.
$Mg CO_3$	0.1	1.0	10.0	50.0	100.0	b) Suministrado.
(b-a)	0.029	0.295	2.895	14.92	29.44	c) Diferencia (b - a)
% de Pureza	71.0	70.5	71.05	70.16	70.56	$\frac{(b - c)}{b} \times 100$
% Promedio		70.654				

POR LA PRUEBA ANTERIOR, SE ACEPTA UNA PUREZA DE  $70 \pm 1$  POR CIENTO DEL  $MgCO_3$  COMERCIAL ADQUIRIDO PARA LA PRUEBA.

## DOSIFICACION CON SULFATO DE ALUMINIO.

Observando la ecuación (12), podríamos tomar los sulfatos como responsables de la precipitación del Aluminio en forma de hidróxido, pues al librarse los sulfatos dosificados como  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14(H_2O)$ , cumpliéndose la reacción (13) se baja el pH por el consumo de  $H^+$  proveniente de  $HCO_3^-$  para formación de  $H_2CO_3$  (ecuación 14). Sin embargo, considerando las ecuaciones (13A) y (14) como intermedias, se llega a la (15), la cual cuantificándola, se tiene:



Ahora bien, si el peso molecular del sulfato de aluminio es 594 se requiere un peso mol para precipitar un mol de Hidróxido de aluminio, es decir:

Se observa que 600 partes de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  requieren 360 partes de  $\text{HCO}_3^-$  provenientes de la alcalinidad y generará, a su vez, 264 partes de  $\text{CO}_2$  (ecuación 16)

En consecuencia, dependiendo del contenido de  $\text{HCO}_3^-$  en cada muestra, se puede deducir la dosis de sulfato aluminio para la coagulación. De acuerdo a resultados de laboratorio y cálculos se tiene la siguiente tabla No. 2.17

TABLA No. 2.17

DOSIS TEORICAS DE  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$  , TENIENDO COMO BASE EL  $HCO_3^-$

M <sup>o</sup> DE MUESTRA	( $HCO_3^-$ ) meq/l	DOSIS DE $Al_2(SO_4)_3$	
		meq/l	mg/l como $CaCO_3$
1	$2.4 \times 10^{-3}$	$4.0 \times 10^{-4}$	240
2	$1.28 \times 10^{-3}$	$2.13 \times 10^{-4}$	128
3	$1.92 \times 10^{-4}$	$3.2 \times 10^{-5}$	19.2

DEBIDO QUE:  $Al_2(SO_4)_3$  en mg/l =  $\frac{600,000}{6}$  meq/l DE  $HCO_3^-$ . como factor de conversión.

#### 2.5.4.1.- Solución Patrón de Sulfato de Aluminio.

De acuerdo con la tabla que precede se considera que soluciones de 0.1, 1, 10 y 20 mg/l de  $Al_2(SO_4)_3$  serán las adecuadas para la dosificación.

No está por demás indicar que los valores teóricos calculados nos conducen a una estimación de las relaciones químicas, pero dado que el fenómeno de coagulación se considera como un mecanismo físico, solo mediante error y ensayo se definirán los óptimos valores de coagulantes y las mejores condiciones de pH. Por lo tanto, se hacen imprescindibles las pruebas de laboratorio.



3. - PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO.

3.1. - GENERALIDADES.

3.2. - OBJETIVOS.

3.3. - PROCEDIMIENTO.

3.3.1. - DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA DE COAGULANTE.

3.3.2. - DETERMINACION DEL pH OPTIMO.

3.4. - EQUIPO EMPLEADO.

3.4.1. TURBIDIMETRO.

3.4.2. - POTENCIONMETRO.

3.4.3. - AGITADOR.

3.4.4. - PROBADOR DE JARRAS.

3.4.5. - OTROS.

### 3. PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO.

#### 3.1.- GENERALIDADES.

Los análisis preliminares de agua o agua residual para el diseño del tren de tratamiento involucran experimentos de coagulación y floculación en laboratorio, mediante pruebas de jarras.

Las pruebas de coagulación y floculación, sirven para indicar la dosificación química óptima para remover turbiedad, color y sólidos (o materia orgánica), incluyendo fases auxiliares como --- ajuste de pH. Las pruebas de jarras, tienen por lo tanto, un --- buen campo de aplicación en al obtención de información cualitativa (turbiedad y color), sobre la tasa de aglomeración como una función de la energía requerida o información cuantitativa como-remoción de  $DBO_5$  y DQO.

#### 3.2.- OBJETIVO.

Ejecutar pruebas reiteradas, estimando dosis óptimas y mejores condiciones de coagulación-floculación de aguas residuales, empleando, comparativamente, para ello, sulfato de aluminio y carbonato de magnesio.

#### 3.3.- PROCEDIMIENTO.

##### 3.3.1.- DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA DE COAGULANTE.

3.3.1.1. Colecte una muestra suficiente (entre 20 a 50 litros) de agua residual,

- 3.3.1.2.- Realice una caracterización de acuerdo a los parámetros que haya definido de antemano, prestando especial atención a: pH, turbiedad, alcalinidad (a la fenolftaleína y al anaranjado de metilo), dureza (de calcio, magnesio y total),  $\text{DBO}_5$ , DQO, sólidos,  $\text{CO}_2$
- 3.3.1.3.- Tome la temperatura al momento de la prueba tanto del agua como del aire ambiente.
- 3.3.1.4.- Calcule el valor de la alcalinidad requerida para reaccionar -- con la máxima dosis de coagulante. Si es necesario aumente la alcalinidad natural (la proveniente de la muestra original) por la adicción de carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) (la alcalinidad deberá ser siempre mayor a 0.5 m.e./l -aproximadamente 25 mg/l como  $\text{CaCO}_3$ ). Si la reacción es completa, mida el pH.
- 3.3.1.5.- Tome alícuota para prueba de jarras (seis jarras de un litro cada una). Prepare las porciones de coagulantes para la adicción a las jarras.
- 3.3.1.6.- Mezcle rápido (a 100 rpm por un minuto) Adicione la solución de coagulante a cinco vasos, dejando uno en blanco como testigo o control.
- 3.3.1.7.- Flocule a 80 rpm durante 30 segundos.  
40 rpm durante 60 segundos.  
20 rpm durante 10 minutos.
- 3.3.1.8.- Después de la floculación, remueva las paletas y sedimento durante 15 minutos.

- 3.3.1.9.- Determine los parámetros a investigar (turbiedad, alcalinidad, dureza,  $\text{DBO}_5$ , DQO) remanentes de cada jarra sin que se disturbe la muestra. Mida el pH del sobrenadante y la profundidad del lodo. Si es posible estime el volumen del lodo producido.
- 3.3.1.10. Seleccione la dosis óptima sobre la base del sobrenadante clarificado y la sedimentación del floc.
- 3.3.1.11. Si no se han obtenido resultados satisfactorios, repita la prueba de jarras experimentando otras dosis de coagulante. La prueba también puede ser repetida si se requiere de una buena afinación para determinar la dosis óptima.
- 3.3.1.12. Estime el rango de dosificación sobre a la cual el coagulante deberá ser efectivo.
- 3.3.2.- DETERMINACION DEL pH OPTIMO.
- 3.3.2.1.- Repita la prueba como lo dispuesto en el punto 3.3.1 usando la dosis óptima observada de coagulante, pero ajustando el pH de la muestra a 3-4-5-6-7-8-9-10-11-12 con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ó  $\text{H}_2\text{SO}_4$  antes de adicionar el coagulante.
- 3.3.2.2.- Mida el pH final, turbiedad, alcalinidades y demás parámetros del sobrenadante de cada muestra. Mida la profundidad de lodos del precipitado.
- 3.3.2.3.- Grafique la turbiedad vs. pH inicial y final de la prueba. Seleccione el pH óptimo inicial basándose sobre la dosis óptima de coagulante determinado en el apartado 3.3.1.
- 3.3.2.4.- Elabore tablas y analice resultados.

3. 4. .- EQUIPO EMPLEADO.3. 4. 1.- TURBIDIMETRO.

HACH TURBIDITY

Hach Chemical Co

Model 2100A

(APIINSTRUMENTS)

Turbidimeter Seale:

0.2-1-10-100-1000

Nefelometric Turbidity Units

3. 4. 2.- POTENCIOMETRO.

CORNING pH meter

Model 19717-66

Weston

3. 4. 3.- AGITADOR.

TERMOLINE 7200 Stir-light

3. 4. 4.- PROBADOR DE JARRAS.

Laboratory Stirrer

Phipps and Bird

Richmond, Virginia

Serial No. 2092

110 volt A.C.

3. 4. 5.- OTROS.

Los requeridos para pruebas de rutina.

4. - RESULTADOS.

4.1. - DETERMINACION CUALITATIVA DE LA MEJOR DOSIS DE COAGULANTE A pH ORIGINAL.

4.1.1. - CON SULFATO DE ALUMINIO.

4.1.2. - CON CARBONATO DE MAGNESIO.

4.2. - DEFINICION CUALITATIVA DEL MEJOR pH EN LA CLARIFICACION.

4.2.1. - CON SULFATO DE ALUMINIO.

4.2.2. - CON CARBONATO DE MAGNESIO.

4.3. - ENSAYOS REITERATIVOS EN LA CLARIFICACION DEL AGUA BAJO CONDICIONES OPTIMAS DE COAGULANTE Y pH.

4.3.1. - CON SULFATO DE ALUMINIO.

4.3.2. - CON CARBONATO DE MAGNESIO.

#### 4.- RESULTADOS.

Para la presentación de resultados se tendrán dos partes, la primera como pruebas preliminares en Tubos Nessler y la segunda como pruebas reiteradas de Clarificación, pero ambas partes aplicadas a cada una de las tres (3) muestras. Para obtener un pre-resultado se verificaron 425 pruebas mediante tubos Nessler y el proceso detallado de la segunda parte se ejecutó mediante 131 pruebas reiterativas o pruebas de jaras, para un total de 786 vasos analizados.

El uso de esta metodología no implica que el primer ensayo, como pre-resultado, posea menos precisión que el proceso detallado, pues la medición de resultados se efectuó con las mismas técnicas y equipo para una y otra prueba. La diferencia principal consiste en que a las pruebas preliminares se les determinó únicamente turbiedad inicial y final, así como el pH para tratar de analizar la respuesta de la muestra ante la dosis aplicada con el ánimo de centrar los ámbitos de variación de reacción y verificar si las modificaciones de turbiedad y pH de la muestra, ameritaban, con soporte técnico, el someterlas a tratamiento.

En consideración a lo anterior, se presentan las tablas correspondientes donde se observa la remoción de turbiedad, variación de pH según los reactivos empleados y los rangos considerados.

4.1.- DETERMINACION CUALITATIVA DE LA MEJOR DOSIS DE COAGULANTE A pH ORIGINAL.

4.1.1.- CON SULFATO DE ALUMINIO.

Utilizando el sulfato de aluminio, se dosificó de 10 en 10 - mg/l. con límites de 10 a 180 mg/l. y los (54) resultados se dan en las tablas No. 4.1. a No. 4.3, midiendo turbiedad en U.N.T. y Sulfato de Aluminio en mg/l.



#### 4.1.2.- CON CARBONATO DE MAGNESIO..

Las dosificaciones de carbonato de magnesio se modificaron - de 10 en 10 mg/l, iniciando la dosis con 20 mg/l hasta 200, - determinando turbiedad y pH finales como parámetros de control se efectuaron 57 pruebas que se presentan en las Tablas No. 4.4 a 4.6.

La turbiedad se midió como U.N.T., (Unidades Nefelométricas de Turbiedad y dosis en mg/l como Carbonato de Magnesio).

#### 4.2.- DEFINICION CUALITATIVA DEL MEJOR pH EN LA CLARIFICACION.

Una vez encontrado el rango al cual se mostró una reacción más favorable en el aspecto cualitativo del "floc", se pasó a variar el pH como preparativo a las pruebas de clarificación. (variación  $3 \leq \text{pH} \leq 12.5$  con intervalos de 0.5 unidades estandar (U.S.) de pH.

##### 4.2.1.- CON SULFATO DE ALUMINIO.

Las 120 pruebas realizadas con sulfato de aluminio se muestran en las tablas No. 4.7 a No. 4.9, que abarcaron las muestras número 1, 2 y 3.

#### 4.2.2.- CON CARBONATO DE MAGNESIO.

Como lo determinaron las pruebas cuando se varió el pH, resultó más favorable la clarificación mediante el uso del carbonato de magnesio a pH mayor de 9, por lo que se requiere del uso de cal apagada para elevar el pH y dosificar con carbonato de magnesio.

Las 194 pruebas realizadas en series de tubos Nessler se registran en las tablas No. 4.10 a No. 4.15; para las muestras uno - dos y tres.

#### 4.3.- ENSAYOS REITERATIVOS EN LA CLARIFICACION DEL AGUA BAJO CONDI- CIONES OPTIMAS DE COAGULANTE Y pH.

Ya definidos los rangos de variación por los ensayos anteriores se realizan las pruebas de jarras para entrar a la verdadera fase experimental, la cual es la parte central del presente trabajo.

Para cada una de las muestras se reiteraron pruebas dentro de los mejores rangos obtenidos tanto de pH como dosis de coagulantes.

Los resultados se muestran en las tablas No. 4.16 a 4.131.

##### 4.3.1.-CON SULFATO DE ALUMINIO.

Las tablas No. 4.16 a 4.30 muestran los resultados obtenidos mediante el uso de sulfato de aluminio a pH natural de las tres muestras.

#### 4.3.2.- CON CARBONATO DE MAGNESIO.

El uso de carbonato de magnesio en la clarificación dió los resultados que se mencionan en las tablas 4.31 a 4.131.

De las 101 pruebas realizadas, se analizaron 606 vasos modificando pH y dosis según pruebas preliminares. (Para la muestra No. 1 Tablas 4.31 a 4.62; muestra No. 2 con Tablas 4.63 a 4.96 y para la muestra No. 3 con Tablas 4.97 a 4.131).

5. - ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 CONSIDERACIONES CUALITATIVAS

5.1.1 CARACTERISTICAS

5.1.1.1 Turbiedad

5.1.1.2 pH

5.1.1.3 Otras características

5.2 ELEMENTOS NUMERICOS DE ANALISIS

5.3 METODO DE ANALISIS PROPUESTO

5.3.1 CALCULO DE LA MEDIA

5.3.2 COEFICIENTE DE CORRELACION

5.3.3 ANALISIS DE LA REGRESION

5.4 TABLAS PARA ANALISIS DE RESULTADOS

5.5 COMPARACION DE RESULTADOS MEDIANTE EL USO DE  
SULFATO DE ALUMINIO Y CARBONATO DE MAGNESIO

## 5 ANALISIS DE RESULTADOS

Para desarrollar el presente apartado será necesario presentar dos puntos de vista: el cualitativo y el cuantitativo, con el propósito de describir no solamente el desarrollo del proceso, si no también, proponer algún argumento matemático para buscar el mejor ajuste y llegar, un tanto especulativamente, a hacer inferencia sobre consideraciones teóricas.

### 5.1 CONSIDERACIONES CUALITATIVAS

En virtud a que las pruebas fueron realizadas en diferentes tiempos, la toma de resultados se realizó independientemente para cada muestra, pues al inicio del experimento se sentó como base la hipótesis de tomar una sola muestra y con ella ejecutar el número de pruebas requerido para obtener, a través de una sustentación estadística, la confiabilidad para llegar a inferir sobre la calidad del agua tratada. Sin embargo, propendiendo por generalizar se requirió de una segunda muestra, como al efecto ocurrió. En vista de los resultados que se obtuvieron, se consideró la necesidad de probar con aguas residuales de otro origen y determinar la variación no sólo de turbiedad si no que se trató de investigar el comportamiento de la  $DBO_5$  de acuerdo a las pruebas de clarificación, puesto que, como es bien sabido, al remover materia orgánica mediante el proceso fisico-químico, también disminuirá la  $DBO_5$ .

### 5.1.1. CARACTERISTICAS A CONSIDERAR.

Las condiciones antes señaladas inducen a realizar un análisis según dos parámetros básicos: remoción de turbiedad para las muestras uno (1), dos (2) y tres (3) y abatimiento de la  $DBO_5$  para la muestra tres (3).

#### 5.1.1. Turbiedad.

Constituyó el parámetro de mayor interés, pues es el de mayor prestancia en la clarificación del agua en lo referente a componente estética y de calidad. Dada la importancia de este parámetro, en nuestro caso, se hará una discusión más detallada en los siguientes parámetros.

#### 5.1.1.2. El pH.

Como lo presenta Singley J.E. en una disertación de un caso histórico en 1972, el equilibrio iónico del agua se altera al modificar el pH y vemos como, para un ejemplo dado, se alteran las concentraciones de  $H_2CO_3$ ,  $HCO_3^-$ , y  $CO_3^{=}$  al variar el pH, lo cual se debe en parte, a las modificaciones en las cargas iónicas resultantes por adicionar o restar hidrógenos e hidroxilos; por esta razón es importante señalar que en términos generales, al dosificar con sulfato de aluminio se baja el pH porque se dispone de  $H_2CO_3$  según la reacción trece (ver Cap. 1.). Por su parte, al dosificar con carbonato de magnesio se observó una elevación del pH final, lo cual nos indica que, como en el caso de tratar aguas con sulfato de aluminio, se deberá estabilizar el pH final para el control de la corrosión o incrustaciones. Por otra parte, si las aguas tratadas se disponen al alcantarillado, estarían dentro de las



normas de las descargas,

### 5.1.1.3. - Otras Características,

No está por demás reseñar un aumento considerable en la dureza y la alcalinidad, cuando dosificamos con carbonato, pero estos incrementos no son lo suficientemente significativos como para pensar en riesgos, siendo además que están por debajo de la norma Nacional para agua potable, la cual es de 300 mg/l (como  $\text{CaCO}_3$ ) como dureza total permisible y de 250 mg/l de alcalinidad al anaranjado de metilo,

### 5.2. - ELEMENTOS NUMERICOS DE ANALISIS,

Para comprender el fenómeno (no la reacción) es necesario investigar las formas de comportamiento de algunas características y, mediante análisis, buscar una relación matemática que pueda describir el fenómeno de una manera formal con el único objetivo de que ello nos conduzca a inferir un resultado lógico al "alterar", mediante el principio físico-químico, algunos elementos del equilibrio dinámico.

Como es natural, al hacer un enfoque paramétrico, deberemos delimitar nuestro universo tanto como podamos y ver cómo se comporta aisladamente. Se ha elegido la turbiedad para observar su variabilidad como función experimental; así mismo, más adelante definiremos las transformaciones numéricas que se harán de las unidades de turbiedad y en las circunstancias en que se eligen como parámetros. Por ejemplo, al hablar de la turbiedad remanente deberemos pensar en analizar la turbiedad que queda presente en el agua una vez que el fenómeno de la coagulación haya transcurrido,

Para este caso se presentará una curva o familias de curvas que tendrán, al menos, un mínimo y un máximo dentro de ciertos límites que les confiere la dosificación, misma que adquiere su papel de variable independiente, siempre que la dosificación gobierne ampliamente el fenómeno o experimento, Otro caso de análisis podría ser la expresión en términos porcentuales de remoción de turbiedad, mediante la relación:

$$T = \frac{I-M}{I} \times 100$$

donde I turbiedad

T % de turbiedad removida

M turbiedad remanete

De la misma manera, el fenómeno podrá ser descrito por una parábola o bien, por una curva cúbica con máximos y mínimos en la turbiedad remanente si se cumple la relación  $(I-M)/I$ .

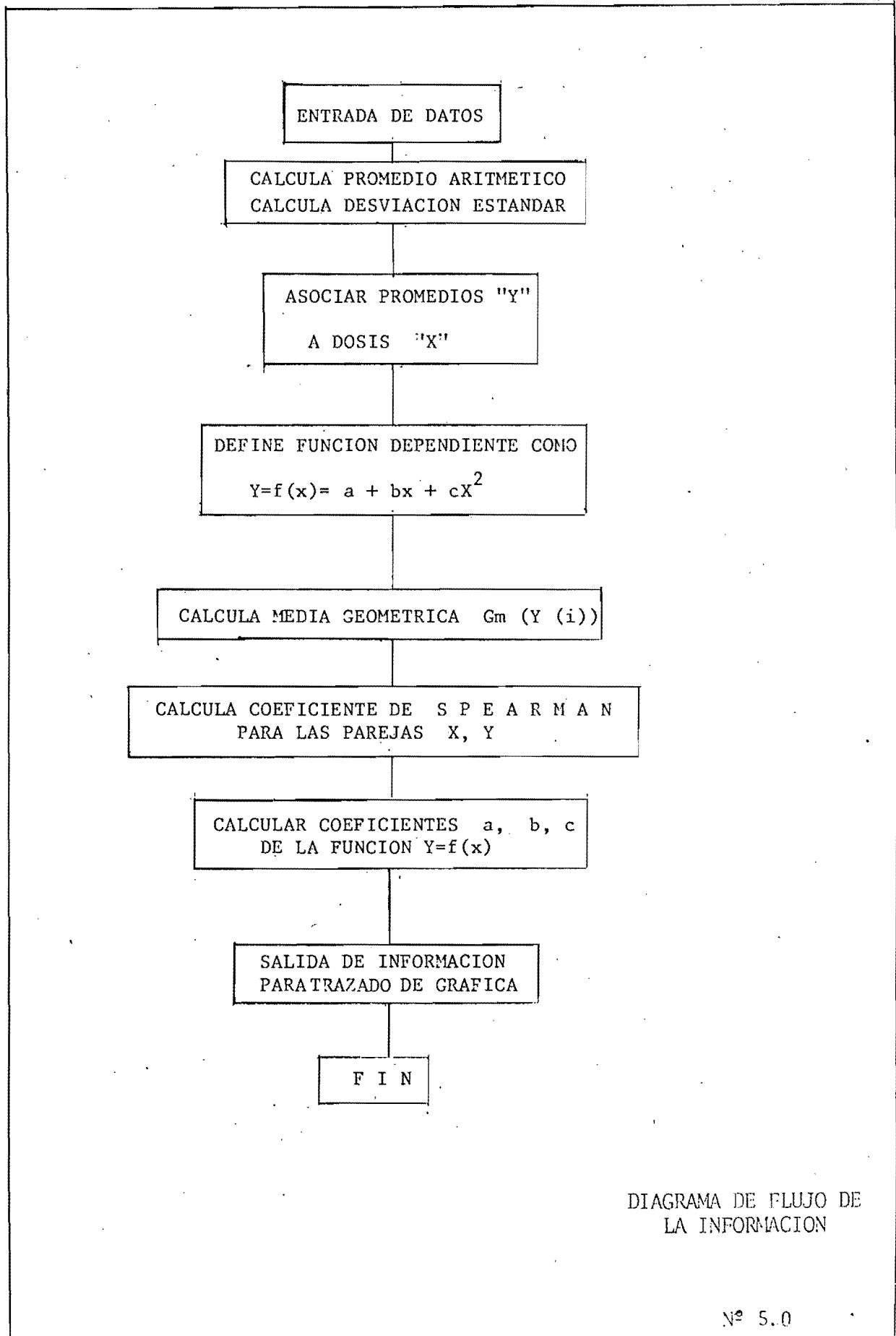
De lo anterior se deduce que sea cual fuere el modelo pretendido se cumplirá una relación no lineal que puede ser analizada mediante las clásicas medidas de dispersión, apuntamiento, siendo además que se pretende aplicar una ecuación general que ajuste y describa el fenómeno lo más real posible pues, definitivamente, se observa que la relación de los datos presentan una tendencia definida, De lo anterior tendremos que intentar evaluar:

- El coeficiente de Spearman de correlación de clase.
- Análisis de la regresión cuadrática.
- Promedios y desviaciones con respecto a la media aritmética.

### 5.3 METODO DE ANALISIS PROPUESTO

Para efectos de cada una de las pruebas se seguirá una secuencia como lo ilustra el diagrama de flujo que se presenta en la figura No. 5.1 , la cual , además de describir la metodología propuesta señala su desarrollo lógico, como una justificación para el logro de los objetivos propuestos.

Se calculará, en primera instancia, el promedio aritmético, pues de los seis (6) vasos tomados para la prueba de jarras se tienen valores puntuales ya que las condiciones de operación (nivel de agitación, tiempo de sedimentación etc.) se mantuvieron constantes como también fueron constantes los reactivos y reactantes para cada corrida de la prueba de jarras. De lo anterior, deducimos que el promedio aritmético es válido para tomarlo en cuenta como resultado representativo de cada prueba. Los valores puntuales de cada prueba servirán para graficarlos y así presentados nos describirán el desarrollo conjunto del fenómeno. Este conjunto de puntos será analizado mediante pruebas estadísticas como la media geométrica, correlación y regresión no lineal, con miras a definir una ecuación que nos describa, con la mejor aproximación, el fenómeno.



### 5.3.1 CALCULO DE LA MEDIA

Basándonos en la experiencia de que el fenómeno cumple una relación no lineal, se considera más representativo estimar la media geométrica de los promedios de las pruebas individuales que determinar la media aritmética de esos promedios.

La media geométrica está representada por:

$$G_m = (X_1 * X_2 * X_3 * \dots * X_n)^{1/n}$$

El cálculo se presenta en las tablas de análisis de resultados mediante desarrollo del programa BASIC preparado para el efecto.

### 5.3.2 COEFICIENTE DE CORRELACION

Se intentará, para los diferentes resultados, determinar la correlación no lineal, utilizando para ello el coeficiente de Spearman de Correlación de Clase, expresado como:

$$R = (1 - (6 \sum (A-B)^2) * (n^3 - n)^{-1})$$

donde: A= Dosis administrada

B= turbiedad remanente del agua tratada

n= número de observaciones

Para la ejecución del programa mostrado a continuación y por simplicidad, se alimentó con valores de A/100 y B/100

## 5.3.3. ANALISIS DE LA REGRESION.

Para estimar el mejor ajuste de regresión se empleará el método de regresión cuadrática donde se cumplen las relaciones de una curva cuya ecuación general es:

$$y = ax^2 + bx + c$$

$$a = \frac{S_{(x^2 y)} S_{(xx)} - S_{(xy)} S_{(xx^2)}}{S_{(xx)} S_{(x^2 x^2)} - |S_{(xx^2)}|^2}$$

$$b = \frac{S_{(xy)} S_{(x^2 x^2)} - S_{(x^2 y)} S_{(xx^2)}}{S_{(xx)} S_{(x^2 x^2)} - |S_{(xx^2)}|^2}$$

$$c = \frac{\sum Y_i}{n} - b \frac{\sum X_i}{n} - a \frac{\sum X_i^2}{n}$$

$$S_{(xx)} = \sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}$$

$$S_{(xy)} = \sum X_i Y_i - \frac{\sum X_i \cdot \sum Y_i}{n}$$

$$S_{(x^2 x^2)} = \sum X_i^3 - \frac{\sum X_i \cdot \sum X_i^2}{n}$$

$$S_{(x^2 y)} = \sum X_i^2 Y_i - \frac{\sum X_i^2 \cdot \sum Y_i}{n}$$

$$S_{(x^2 x^2)} = \sum X_i^4 - \frac{(\sum X_i^2)^2}{n}$$

en donde los coeficientes c, b y a se transforman en  $a_0$ ,  $a_1$  c respectivamente, es decir, la ecuación calculada como

$Y = c + bX + aX^2$  se indica como  $Y = a_0 + a_1 X + a_2 X^2$ , misma que se escribe al final de cada tabla de ANALISIS DE RESULTADOS.

Para cálculo se utilizó el programa que se indica adelante, mediante el uso de equipo T.I 99/4A Home Computer.

El modelo así desarrollado nos permitirá llegar a la ecuación de ajuste para cada prueba, infiriendo la probable turbiedad remanente del agua tratada (siendo Y la variable dependiente) mediante la aplicación de una dosis (siendo X la variable independiente) definida previamente.

PROGRAMA PARA DEFINIR LA REGRESION NO LINEAL MEDIANTE EL AJUSTE POR  
MINIMOS CUADRADOS

```

P0
10 VNC
20 PRINT "x";M+1::
  INPUT X
30 PRINT "y";M+1::
  INPUT Y
40 N=N+X:O=O+Y
50 P=P+X*X:R=R+X*Y
60 A=A+X*X*X:B=B+X
  *X*X*X:C=C+X*X*
  Y
70 N=M+1
80 GOTO 20.

```

```

P1
10 D=P-N*2/M
20 E=R-N*O/M
30 F=A-N*P/M
40 G=C-P*O/M
50 H=B-P*P/M
60 I=(G*D-E*F)/(D*
  H-F*F)
70 J=(E*H-G*F)/(D*
  H-F*F)
80 K=O/M-J*N/M-I*P
  /M
90 PRINT "A=";I,"B
  =";J,"C=";K
100 INPUT "x=";X
110 Y=I*X^2+J*X+K
120 PRINT "y=";Y,"x
  =";:INPUT X
130 GOTO 110

```

FUENTE: Programs Library FX -802 P  
Instructions Manual, Casio, Japan 1984.

#### 5.4.- TABLAS PARA ANALISIS DE RESULTADOS.

Las pruebas con sulfato de aluminio se presentan en las tablas 5.1. a 5.3, las cuales se trazan para obtener las curvas correspondientes a gráficas 5.1 a 5.3.

Para la muestra No. 1 se observa que la máxima remoción se presenta a una dosis de 70 mg/l a pH natural.

De manera similar, para las muestras 2 y 3 dosificadas con sulfato de aluminio, se observa que el mínimo de turbiedad residual se encuentra entre 70 y 80 mg/l de sulfato para obtener una turbiedad de 12.2, 14.6; y 12.5 de turbiedad mínima remanente para las muestras 1; 2 y 3 respectivamente.

Resulta importante hacer notar que de acuerdo a resultados y pruebas ejecutadas con este coagulante, los mejores resultados se logran a pH natural, ya que al aumentar o bajar el pH se nota un mayor enturbamiento o bien, la turbiedad presente una tendencia asintótica, lo cual resulta impráctico como método de remoción de turbiedad. Este aspecto se tendrá en cuenta al tocar el tema de conclusiones y recomendaciones.

Por otra parte, se presentan las tablas 5.4 a 5.23, en las cuales se hace un resumen mediante promedios aritméticos como resultados de la ejecución reiterativa de cada prueba, es decir, de seis vasos. Estos promedios se presentan en las gráficas 5.4 a 5.23 en base a, y de acuerdo, al pH específico en el que se realizó cada prueba. Del análisis correspondiente se deduce que la turbiedad remanente tiene un comportamiento bien definido y cumple con los razonamientos teóricos sustentados al analizar el proceso de la coagulación, es decir, mayor turbiedad que la inicial a dosis bajas, como lo describe el comportamiento de la muestra 1 a pH de 9.5, pero se incrementa el pH y la dosis; entonces se presenta la mínima turbiedad remanente, como se puede ver de los valores de tablas y gráficas, donde se observa que a pH mayor habrá



mejor remoción de turbiedad, lográndose valores mínimos de estas a unas dosis de 100 y 110 mg/l de carbonato de magnesio y a pH entre 11.0 y 11.5

Para analizar la influencia del pH sobre la turbiedad residual, se graficaron los promedios aritméticos provenientes de las tablas 5.4 a 5.23 tomando turbiedad residual y dosis suministrada para trazar las gráficas de las figuras 5.4 a 5.23. Para cada valor de pH se obtuvo un conjunto de puntos para los cuales se calculó una curva del tipo  $Y = a_0 + a_1X + cX^2$ , misma que al desarrollar la nos describe el fenómeno, observándose la marcada tendencia a obtenerse un mínimo de turbiedad remanente a pH entre 11.0 y 11.5, a dosis de 100, 110 y 120 mg/l de carbonato de magnesio. Lo anterior es completamente válido para las muestras uno y dos. La muestra 3, aunque presenta un desarrollo similar en la remoción de la turbiedad, tiene sus valores óptimos entre 10.8 y 11.0 con lo cual se presenta una desviación en el pH de 0.5 unidades aproximadamente respecto a los mejores resultados de las muestras 1 y 2. Las afirmaciones que anteceden traen como consecuencia, que definitivamente las turbiedades remanentes más bajas se presenten entre 100 y 110 mg/l de dosis a un pH entre 10.8 y 11.5, como valores óptimos, pues, por ejemplo, a pH 12.0 y dosis de 100 mg/l la muestra 1 tendría aun mejor respuesta en la coagulación, pero esta disminución no es lo suficientemente alta como para justificar una dosis mayor y lograr el pH requerido.

En lo relativo a la variación de la  $DBO_5$ , se incluyó esta característica para tratar de compararla con otros métodos de tratamiento y encontrar así un parámetro equiparable.

En la tbla 5 . 24 se da el porciento de la remoción de la

DBO<sub>5</sub>, encontrándose que el mínimo porcentaje removido es del 23% para una dosis de 80 mg/l de carbonato a pH 10.5 y una máxima remoción de DBO<sub>5</sub> de 91% a dosis de 100 mg/l (siendo frecuentes valores de entre 84 y 90% a esta dosis), mientras que 90% de remoción se presentó a 100 y 110 mg/l de dosis y un pH de 11.0; aspectos más detallados pueden observarse en las gráficas 5.24 a 5.26 que relacionan pH vs. turbiedad remanente.

El mayor valor registrado correspondió a una turbiedad remanente de 20 UNT. En la gráfica 5.27 se observa que los valores centrales de la parábola producida con los porcentajes removidos corresponden a los máximos que coinciden a las dosis ya indicadas. El promedio general de remoción para las 74 determinaciones de DBO<sub>5</sub> fué de 66.08%. Sintetizando presentamos la siguiente relación que indica dosis, casos y promedio porcentual de remoción de DBO<sub>5</sub>.

DOSIS	PROMEDIO DBO <sub>5</sub> REMOVIDO	CASOS PRESENTADOS
80	52.5	12
90	64.7	14
100	73.6	19
110	72.9	15
120	61.5	14
66.08% PROMEDIO TOTAL		

De lo anterior, se ve que el mayor porcentaje de remoción se ubica entre 100 y 110 mg/l de dosis de carbonato de magnesio con 73.6 y 72.9% respectivamente.

Un apoyo a la determinación de los promedios se incluye en las tablas 5.25 a 5.29. En la gráfica 5.27 se presentan los valores resultantes de la experimentación con la DBO<sub>5</sub>.

5.5 COMPARACION DE RESULTADOS ENTRE EL SULFATO DE ALUMINIO  
Y EL CARBONATO DE MAGNESIO

Observando los resultados para la muestra uno (1), vemos que la mínima turbiedad remanente cuando se dosificó con 70 mg/l de sulfato de aluminio, fué de 12,2 U.N.T. a pH 8,3 mientras que para el carbonato quedó una turbiedad de 3,8 UNT para un pH de 12,0 y una dosis de 100 mg/l, siendo además, que para esta dosis y pH de 11,0 la turbiedad mínima fué de 4,2 U.N.T. es decir, una diferencia de 8,4, lo cual en términos porcentuales respecto del valor inicial de 35 UNT quedó así:

a 12,2 UNT	corresponden	34,86 %	con remoción	65,14 %
a 3,8 UNT	" "	11,36	" "	89,14
a 4,2 UNT	" "	5,44	" "	88,00.

En lo relativo a la muestra dos (2), los resultados mínimos fueron de 14,6 UNT con 80mg/l de sulfato a pH 7,3, mientras que para el carbonato el resultado fué de 6,8 para dosis de 100 mg/l y pH de 11,0; por lo cual se tiene:

a 125,0 UNT	inicial	100 %
a 14,6	"	corresponden 11,36 % con remoción 88,64 %
a 6,8	"	5,44 % " " 94,56 %

De la misma manera, para la muestra tres (3) se obtuvo:

a 96 UNT iniciales 100%

a 12,5% corresponde 13,02 % con remoción 86,98 %

a 7.1 " " 7,40 % " " 92,60 %

a 8.8 " " 9,17 % " " 90,83 %

Es decir, que para el sulfato se obtuvieron 13,20 UNT a una dosis de 80 mg/l contra 7.1 UNT y 8.8 UNT a dosis de carbonato de magnesio y un pH de 10,8 y 11.0 respectivamente.

6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

6.2 RECOMENDACIONES

## 6.1.- CONCLUSIONES.

Al evaluar el proceso de coagulación con carbonato de magnesio se ha demostrado que el método seguido en las pruebas de clarificación de las aguas residuales es válido y por consiguiente aplicable, especialmente en aguas de alta turbiedad y color, pues se logra la remoción de  $\text{DBO}_5$ , lográndose tal vez, desinfección del agua clarificada por el alto pH a que se ha cometido, haciéndose necesaria la implantación de pruebas a nivel planta piloto, para definir parámetros tales como tiempos de floculación, sedimentación, gradientes de velocidad, tipo y diseño de reactores, sistemas de tratamiento para los lodos producidos, etc.

Debe ajustarse el pH de acuerdo al contenido de Magnesio, pues a mayor pH es mucho menor la solubilidad. De lo anterior puede concluirse que para altos contenidos de Mg se debe modificar muy poco el pH y por el contrario, para aguas con bajo contenido de Mg. se deberá elevar el pH. Se deduce entonces que las ventajas económicas deberán visualizarse a partir del contenido de Mg, en las aguas problema, modificar el pH para adecuarlas a condiciones óptimas de coagulación; con esto se deberá comprobar qué cantidad de cal se gastará para elevar el pH y cuánto Mg se adicionará para que se produzca la precipitación del  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  y por consiguiente la coagulación.

Estas consideraciones deberán ser tenidas en cuenta para justificar la modificación del pH con la dosificación de la cal y la adición del Mg para producir la precipitación, pues son factores decisivos en la composición de los costos de tratamiento, tema este que se sale de los alcances del presente trabajo.

- Las condiciones óptimas de operación se dieron así: con carbonato de magnesio se situaron a dosis de 100 y 110 mg/l (como  $\text{CaCO}_3$ ) y un pH entre 10,8 y 11,5, para las muestras tratadas, como puede apreciarse en las figuras 6.1 a 6.3, donde se ve claramente la optimización del proceso. La clarificación con sulfato de aluminio arrojó como resultados, las mejores dosis entre 70 y 80 mg/l a pH de origen de la muestra.
- Dadas las condiciones finales de las aguas tratadas en lo relativo a dureza, alcalinidad,  $\text{DBO}_5$ , éstos se sitúan dentro de los límites permisibles para ser descargados libremente a cuerpos receptores.
- Respecto al sistema operacional propiamente de las pruebas de clarificación, podemos indicar los siguientes comentarios de-

acuerdo al coagulante utilizado:

Con Sulfato de Aluminio:

- En general se puede afirmar que para las pruebas realizadas, a dosis superiores de 120 mg/l las aguas tratadas originan mayor turbiedad que la inicial.
- Se baja el pH conforme la reacción presentada por la ecuación 13 (cap. 1), por lo que se puede afirmar que el  $\text{HCO}_3^-$  sirve de bufer si está presente en el agua (Ecuac. 14).
- Se observó que la dureza se comporta más o menos constante, solo que la dureza de carbonatos (DC) se convierte en dureza de no carbonatos (DNC), lo cual representa una desventaja para el posterior tratamiento de ablandamiento si se requiriese mejor calidad de agua tratada.

Con carbonato de magnesio:

- Se observó que la alcalinidad puede servir como una especie de bufer, pues ésta se disminuye; por lo anterior, sería una ventaja tener alcalinidad residual en el agua tratada puesto que amortiguaría probables cambios de pH al entrar en contacto, en el momento de la descarga, el agua tratada con la corriente receptora.
- Pese a las adiciones de Ca y Mg, en general, se disminuye la dureza, lo cual indica claramente el efecto de la precipitación del carbonato e hidroxido formado.

Existe una marcada tendencia a estabilizarse el pH alrededor de 8.7 como valor modal debido quizá al  $\text{CO}_2$  presente.



- Es posible que el pH sirva como parámetro de control en la verificación de la completez de las reacciones en la clarificación.
- Se presentaron ciertos desajustes en las necesidades de dosificación, es decir, disparidad entre los cálculos teóricos y las dosis administradas. En consecuencia, deberá hacerse -- una investigación profunda de la físico-química del proceso, pues los resultados hacen pensar en probables "enmascaramientos e interferencia" intrínsecos ya sea en la composición de las aguas residuales o quizá que deben considerarse otros factores en los modelos matemáticos.

#### 6.2.- RECOMENDACIONES.

Al aplicarse el método de clarificación, deberán seguirse, en su orden, los pasos siguientes:

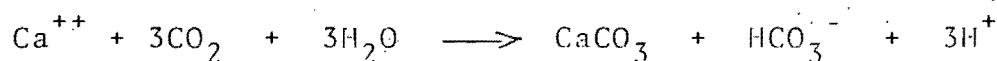
- Ejecutar pruebas cualitativas, en tubos Nessler, para encontrar rangos del mejor pH y dosis de coagulante.
- Realizar pruebas de jarras según las mejores condiciones de pH y dosis de coagulante (posiblemente  $(10.8 \leq \text{pH} \leq 11.5)$  y dosis entre 100 a 110 mg/l de  $\text{MgCO}_3$ -) para fijar las condiciones óptimas de operación.
- Optimizar el número de réplicas para economizar reactivos.
- Elaborar un diseño experimental para correlacionar las siguientes variables de respuesta:

Turbiedad, DBO, pH.

- Deberá diseñarse un tren de tratamiento a escala piloto teniendo en cuenta tiempos de retención, producción de aguas crudas, gradientes de velocidad, tiempo de floculación, volúmenes de lodos producidos como los aspectos de mayor importancia.

Las unidades básicas de diseño podrían ser:

- Mezclado
  - Floculación.
  - Sedimentación.
  - Extracción de lodos a digestión anaerobia, calcinación o a pozos sépticos.
  - Sistemas de descarga de aguas clarificadas.
- Analizar el comportamiento del pH del agua tratada, cuando llegue al punto de la descarga pues. por ejemplo, se espera que en aguas naturales se produzcan reacciones tales como:

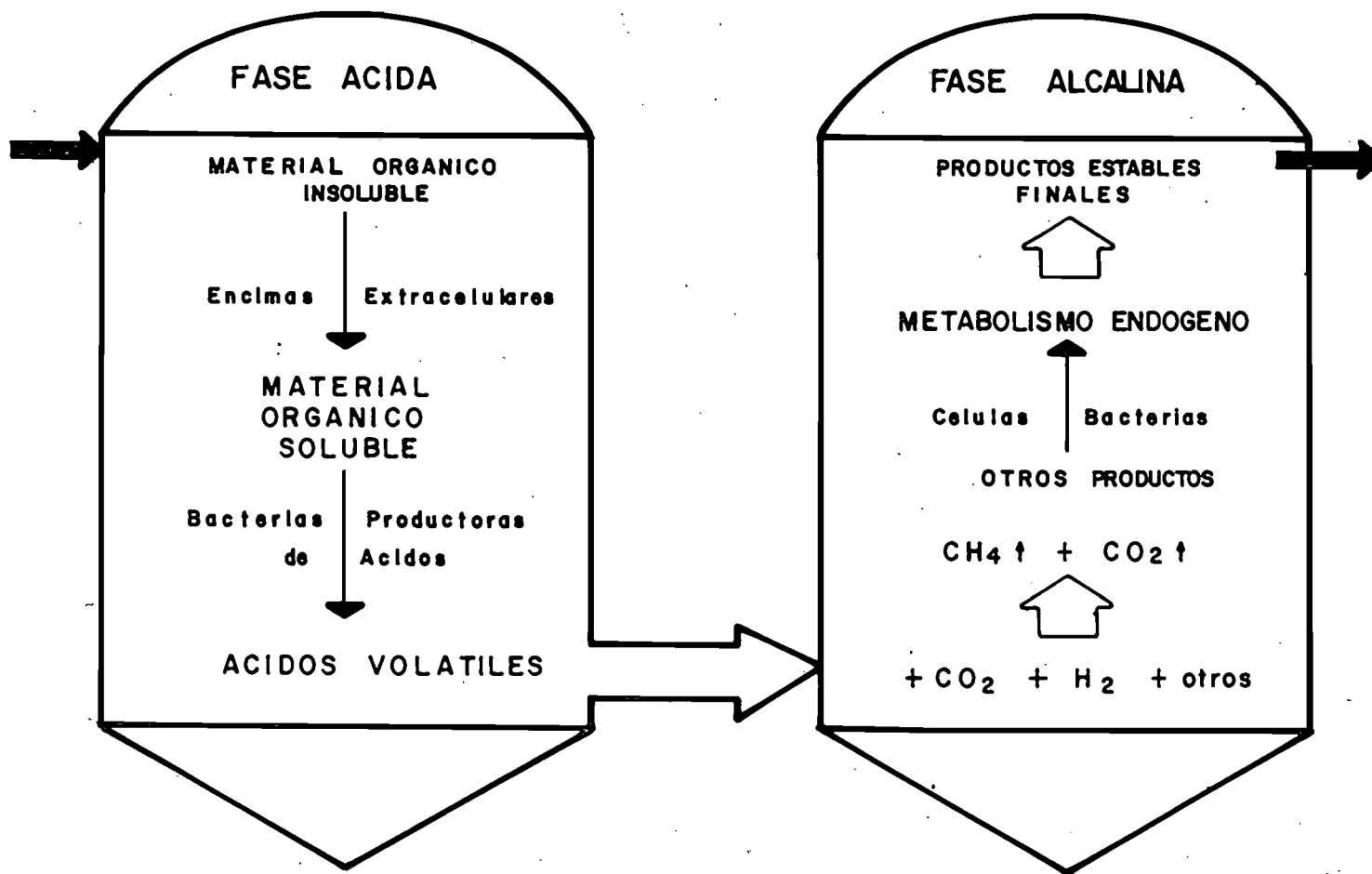


Reacción que tendrá el poder de bajar el pH y por consiguiente la alcalinidad, pues se tendrá como fuente de  $\text{Ca}^{++}$  el proveniente del agua tratada, debido a que existirá dureza de calcio. El  $\text{CO}_2$  será aportado por el agua dentro de su contenido normal. Por lo anterior, se puede afirmar que la simple carbonatación natural del agua tiende a la estabilización del pH, la alcalinidad y dureza, ya que son --

secuelas que han quedado luego de la coagulación o clarificación con el carbonato de magnesio.

- Si por alguna condición el agua tratada revistiera grandes excesos de dureza, alcalinidad y pH, con la simple recarbonatación aplicando una corriente de  $\text{CO}_2$  bastaría para mejorar las condiciones y lograr valores permisibles de estos parámetros.
- De acuerdo al contenido de las gráficas 6.1, 6.2 y 6.3 se observa que el pH es un parámetro que deberá tenerse en cuenta para el control de la operación.
- En relación con el problema de desalojo de lodos, estos deberán quedar dispuestos para el tratamiento de digestión anaerobia debido al alto contenido de materia orgánica y por consiguiente, alta  $\text{DBO}_5$ . Se piensa que los lodos tendrán una situación más favorable en condiciones anaerobias, pues será el  $\text{CO}_2$  generado el principal compuesto que producirá estabilización de carbonatos, siendo, además, que el pH pasa a ser un parámetro de control muy importante en la digestión de los lodos. ( Ver esquema No. 6.1 ).  
Los lodos ya digeridos pueden servir como fertilizantes para suelos principalmente ácidos, dado el probable contenido de carbonatos que tendrán el papel de neutralizantes al efectuarse las correspondientes reacciones.

-- Dado que la producción de lodos es uno de los problemas permanentes y de mayor extensión por su incremento cotidiano, sería atractiva la idea de someterlos a un proceso de calcinación y poderlos reusar en subsiguientes tratamientos como se practica en el tratamiento de agua potable donde se utiliza el sistema Black, con el propósito de abatir los costos.



**MECANISMO DE LA DIGESTION ANAEROBIA**

7.- BIBLIOGRAFIA

7.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- BLACK, A. P.  
Plant Scale Studies of Mangesium Carbonate Water Treatment Process.- U.S.E.P.A., Report 1212 HMZ.- Corvallis, Oregon 97330 1975.
- 2.- SINGLEY, J. E.  
Experiences With the Magnesium Carbonate Coagulation Process in North America.- W.H.O.P.H.O.- 1972
- 3.- KEEFER, G. B.  
Sludge Recycle and Reuse in Acid Mine Drainage Treatmente (Ph. D. Dissertatation ). Department of Civil Engineering, University of Nebraska, Omaha, Nebraska 68182; -1982
- 4.- O'CONNOR JOHN T. (Editor)  
Environmental Engineering Unit Operations and Unit Processes, Laboratory Manual.- University of Missouri, Columbia, 1975.
- 5.- ACOSTA E., FERNANDEZ G.  
Guías Prácticas de Laboratorio en clase de Química del Agua. División Estudios de Posgrado Fac. Ing. Unam, 1981, 1982, 1983.

A N E X O S



DOSIS TENTATIVAS DE SULFATO DE ALUMINIO A pH ORIGINAL.

Muestra No. 1

Tabla No. 4.1

Nº DE TUBO	pH		Turbiedad			DOSIS *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	S	
1	8.3	6.3	35	30	- 5	10	
2	8.3	6.2	37	25	- 12	20	
3	8.3	6.5	36	28	- 8	30	
4	8.3	6.2	35	26	- 9	40	
5	8.3	6.0	34	25	- 9	50	
6	8.3	6.1	35	23	- 12	60	
7	8.3	6.0	35	20	- 15	70	
8	8.3	5.9	34	18	- 16	80	
9	8.3	6.0	36	14	- 22	90	
10	8.3	6.1	35	9	- 26	100	
11	8.3	6.2	35	21	- 14	110	
12	8.3	6.2	35	40	+ 5	120	
13	8.3	6.3	36	32	- 4	130	
14	8.3	6.1	34	36	+ 2	140	
15	8.3	6.2	34	38	+ 4	150	
16	8.3	6.5	35	42	+ 7	160	
17	8.3	6.2	35	40	+ 5	170	
18	8.3	6.2	35	41	+ 6	180	

\* S = Sulfato de Aluminio.  
 M = Carbonato de Magnesio.  
 C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

DOSIS TENTATIVAS DE SULFATO DE ALUMINIO A pH ORIGINAL.

Muestra No. 2

Tabla No. 4.2

N.º DE OBJETO	pH		Turbiedad			Dosis *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	S	
1	7.3	6.3	125	128	+ 3	10	
2	7.3	6.1	127	110	- 17	20	
3	7.3	6.2	128	103	- 25	30	
4	7.3	6.1	126	97	- 29	40	
5	7.3	7.0	125	93	- 32	50	
6	7.3	6.0	125	90	- 35	60	
7	7.3	6.1	127	25	-102	70	
8	7.3	6.5	126	117	-117	80	
9	7.3	6.4	125	116	- 9	90	
10	7.3	6.5	128	121	- 7	100	
11	7.3	7.0	126	131	+ 55	110	
12	7.3	6.8	125	134	+ 9	120	
13	7.3	3.2	124	130	+ 6	130	
14	7.3	4.5	125	142	+ 17	140	
15	7.3	5.4	125	145	+ 20	150	
16	7.3	6.3	127	149	+ 22	160	
17	7.3	7.1	125	148	+ 23	170	
18	7.3	7.0	125	132	+ 07	180	

\* S = Sulfato de Aluminio.  
M = Carbonato de Magnesio.  
C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

DOSIS TENTATIVAS DE SULFATO DE ALUMINIO A pH ORIGINAL.

Muestra No. 3

Tabla No. 4.3

N° DE BULTOS	pH		Turbiedad			DOSIS *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	S	
1	7.4	4.2	96	93	- 3	10	
2	7.4	5.1	96	90	- 6	20	
3	7.4	3.7	96	89	- 7	30	
4	7.4	3.8	97	87 77	- 10	40	
5	7.4	5.2	96	80	- 16	50	
6	7.4	4.8	96	82	- 14	60	
7	7.4	6.9	95	10	- 85	70	
8	7.4	6.2	96	20	- 76	80	
9	7.4	6.0	95	65	- 30	90	
10	7.4	4.1	95	90	- 5	100	
11	7.4	3.8	96	96	0	110	
12	7.4	7.0	96	106	+ 10	120	
13	7.4	6.8	96	92	- 4	130	
14	7.4	6.9	94	95	+ 1	140	
15	7.4	6.5	94	99	+ 5	150	
16	7.4	6.4	93	98	+ 5	160	
17	7.4	6.8	96	110	+ 14	170	
18	7.4	6.8	97	122	+ 25	180	

\* S = Sulfato de Aluminio.  
 M = Carbonato de Magnesio.  
 C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

DOSIS TENTATIVA DE CARBONATO DE MAGNESIO A pH ORIGINAL.

Muestra No. 1

Tabla No. 4.4

Nº DE TUBO	pH		Turbiedad			DOSIS *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	M	
1	8.3	8.3	35	40	+ 5	20	
2	8.3	8.3	36	38	+ 2	30	
3	8.3	8.6	35	36	+ 1	40	
4	8.3	8.5	35	48	+ 13	50	
5	8.3	9.4	36	41	+ 5	60	
6	8.3	9.2	37	39	+ 2	70	
7	8.3	9.1	37	40	+ 3	80	
8	8.3	9.3	35	48	+ 13	90	
9	8.3	9.4	36	42	+ 6	100	
10	8.3	9.5	35	41	+ 6	110	
11	8.3	9.6	35	42	+ 7	120	
12	8.3	9.6	36	45	+ 9	130	
13	8.3	9.3	34	41	+ 7	140	
14	8.3	9.1	35	42	+ 7	150	
15	8.3	9.0	35	38	+ 3	160	
16	8.3	9.3	35	39	+ 4	170	
17	8.3	9.2	35	40	+ 5	180	
18	8.3	9.2	34	40	+ 6	190	
19	8.3	9.3	35	48	+ 13	200	

\* S = Sulfato de Aluminio.  
M = Carbonato de Magnesio.  
C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

DOSIS TENTATIVA DE CARBONATO DE MAGNESIO A pH ORIGINAL.

Muestra No. 2

Tabla No. 4.5

Nº DE TUBO	pH		Turbiedad			Dosis *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	M	
1	7.3	8.2	124	130	+ 6	20	
2	7.3	8.1	125	132	+ 7	30	
3	7.3	9.5	125	136	+ 11	40	
4	7.3	9.3	125	135	+ 10	50	
5	7.3	9.4	125	138	+ 13	60	
6	7.3	9.6	124	139	+ 15	70	
7	7.3	8.0	122	140	+ 18	80	
8	7.3	9.9	123	141	+ 18	90	
9	7.3	9.8	124	130	+ 6	100	
10	7.3	8.1	122	130	+ 8	110	
11	7.3	8.3	125	125	0	120	
12	7.3	8.5	122	140	+ 18	130	
13	7.3	8.7	124	142	+ 18	140	
14	7.3	8.6	124	150	+ 26	150	
15	7.3	8.9	124	151	+ 27	160	
16	7.3	9.2	123	159	+ 36	170	
17	7.3	8.9	124	163	+ 39	180	
18	7.3	9.1	125	165	+ 40	190	

\* S = Sulfato de Aluminio.  
M = Carbonato de Magnesio.  
C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

DOSIS TENTATIVA DE CARBONATO DE MAGNESIO A pH ORIGINAL.

Muestra No. 3

Tabla No. 4.6

Nº DE TUBO	pH		Turbiedad			Dosis *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	M	
1	7.4	9.4	95	105	+ 10	20	
2	7.4	9.6	95	104	+ 9	30	
3	7.4	9.8	95	105	+ 10	40	
4	7.4	10.1	94	112	+ 18	50	
5	7.4	11.0	96	98	+ 2	60	
6	7.4	11.1	96	96	0	70	
7	7.4	11.0	96	110	+ 14	80	
8	7.4	10.8	95	114	+ 19	90	
9	7.4	9.4	96	116	+ 20	100	
10	7.4	9.1	96	118	+ 22	110	
11	7.4	9.4	94	120	+ 26	120	
12	7.4	9.6	95	115	+ 20	130	
13	7.4	9.8	95	114	+ 19	140	
14	7.4	9.6	96	125	+ 29	150	
15	7.4	8.1	95	128	+ 33	160	
16	7.4	8.4	94	132	+ 38	170	
17	7.4	8.9	95	132	+ 37	180	
18	7.4	9.1	96	138	+ 42	190	

- \* S = Sulfato de Aluminio.
- M = Carbonato de Magnesio.
- C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON SULFATO DE ALUMINIO.

Muestra No. 1

Tabla No. 4.7

Nº DE TUBO	pH		Turbiedad			Dosis *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	S	C
1	3.0	4.6	35	34	- 1	10	
2	4.0	5.0	36	36	0	20	
3	5.0	5.3	38	37	- 1	30	
4	6.0	6.3	35	36	+ 1	40	
5	7.0	6.8	35	35	0	50	
6	8.0	7.0	36	35	- 1	60	
7	9.0	7.2	37	32	- 5	70	110
8	10.0	7.2	37	35	- 2	80	112
9	11.0	7.6	36	35	- 1	90	122
10	12.0	8.4	35	33	- 2	100	140
1A	3.0	4.6	35	32	- 3	10	
2A	4.0	5.1	35	36	+ 1	20	
3A	5.0	5.3	36	38	+ 2	30	
4A	6.0	6.2	35	36	+ 1	40	
5A	7.0	6.5	35	35	- 0	50	
6A	8.0	6.2	36	34	- 2	60	
7A	9.0	7.1	35	33	+ 2	70	110
8A	10.0	6.8	35	33	- 2	80	111
9A	11.0	7.4	36	34	- 2	90	122
10A	12.0	7.8	36	40	+ 4	100	149
1B	3.0	4.5	35	35	0	10	
2B	4.0	4.3	36	35	- 1	20	
3B	5.0	5.2	35	34	- 1	30	
4B	6.0	6.3	36	35	- 1	40	
5B	7.0	6.7	35	35	0	50	
6B	8.0	7.0	35	33	- 2	60	

\* S = Sulfato de Aluminio.  
 M = Carbonato de Magnesio.  
 C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON SULFATO DE ALUMINIO:

Muestra No. 1

Tabla No. 4.7

Nº DE TUBO	pH		Turbiedad			Dosis *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	S	C
7B	9.0	7.1	36	32	- 4	70	110
8B	10.0	7.2	37	32	- 5	80	111
9B	11.0	7.5	35	33	- 2	90	122
10B	12.0	8.2	35	34	- 1	100	139
1C	3.0	4.2	35	35	0	10	
2C	4.0	4.8	36	35	- 1	20	
3C	5.0	5.6	36	35	- 1	30	
4C	6.0	6.2	35	33	- 2	40	
5C	7.0	6.4	36	33	- 3	50	
6C	8.0	6.3	35	30	- 5	60	
7C	9.0	7.1	35	32	- 3	70	110
8C	10.0	8.0	36	35	- 1	80	111
9C	11.0	7.6	35	34	- 1	90	122
10C	12.0	8.0	36	38	+ 2	100	151

- \* S = Sulfato de Aluminio.
- M = Carbonato de Magnesio.
- C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON SULFATO DE ALUMINIO.

Muestra No. 2

Tabla No. 4.8

N.º DE BUCO	pH		Turbiedad			Dosis *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	S	C
1	3.0	4.3	125	125	0	10	
2	4.0	4.8	126	131	+ 5	20	
3	5.0	5.3	126	127	+ 1	30	
4	6.0	6.2	125	127	+ 2	40	
5	7.0	6.4	125	127	+ 2	50	
6	8.0	7.1	125	125	0	60	
7	9.0	7.3	126	123	- 3	70	100
8	10.0	7.2	127	123	- 4	80	112
9	11.0	7.6	127	123	- 4	90	122
10	12.0	8.3	127	124	- 3	100	140
1A	3.0	4.2	125	126	+ 1	10	
2A	4.0	4.7	125	127	+ 2	20	
3A	5.0	5.5	125	124	- 1	30	
4A	6.0	6.2	125	125	0	40	
5A	7.0	6.1	126	126	0	50	
6A	8.0	6.2	126	126	- 1	60	
7A	9.0	7.1	127	124	- 3	70	100
8A	10.0	7.9	125	122	- 3	80	112
9A	11.0	7.7	126	122	- 4	90	122
10A	12.0	8.1	126	123	- 3	100	140
1B	3.0	4.5	126	125	- 1	10	
2B	4.0	5.0	125	125	0	20	
3B	5.0	5.2	125	126	+ 1	30	
4B	6.0	6.4	125	127	+ 2	40	
5B	7.0	6.8	125	125	0	50	
6B	8.0	6.9	125	121	- 4	60	

\* S = Sulfato de Aluminio.  
M = Carbonato de Magnesio.  
C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES:

---



---



---

VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON SULFATO DE ALUMINIO.

Muestra No. 2

Tabla No. 4.8

N° DE TURBO	pH		Turbiedad			DOSIS *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	S	C
7B	9.0	7.0	125	120	- 5	70	100
8B	10.0	7.1	126	116	- 10	80	112
9B	11.0	7.5	126	121	- 5	90	122
10B	12.0	8.2	126	123	- 3	100	140
1C	3.0	4.5	126	127	+ 1	10	
2C	4.0	4.3	125	127	+ 2	20	
3C	5.0	5.1	126	125	- 1	30	
4C	6.0	6.2	125	124	- 1	40	
5C	7.0	7.0	125	125	0	50	
6C	8.0	7.8	125	122	- 3	60	
7C	9.0	7.1	126	122	- 4	70	110
8C	10.0	7.2	126	123	- 3	80	112
9C	11.0	7.6	127	126	- 1	90	122
10C	12.0	8.3	125	123	- 2	100	140

- \* S = Sulfato de Aluminio.
- M = Carbonato de Magnesio.
- C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON SULFATO DE ALUMINIO.

Muestra No. 3

Tabla No. 4.9

Nº DE TUBO	pH		Turbiedad			DOSIS *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	S	C
1	3.0	4.2	95	96	+ 1	10	
2	4.0	5.1	96	97	+ 1	20	
3	5.0	5.9	96	95	- 1	30	
4	6.0	5.4	96	96	0	40	
5	7.0	6.8	96	95	- 1	50	
6	8.0	7.8	95	92	- 3	60	80
7	9.0	7.2	96	95	- 1	70	110
8	10.0	8.6	95	94	- 1	80	125
9	11.0	8.8	96	100	+ 4	90	130
10	12.0	9.3	96	95	- 1	100	170
1A	3.0	4.2	96	96	0	10	
2A	4.0	5.0	97	97	0	20	
3A	5.0	6.0	95	98	+ 1	30	
4A	6.0	5.6	96	97	+ 1	40	
5A	7.0	6.6	96	93	- 3	50	
6A	8.0	7.7	96	92	- 4	60	85
7A	9.0	7.1	95	94	- 1	70	110
8A	10.0	8.5	96	95	- 1	80	125
9A	11.0	8.4	96	98	+ 2	90	140
10A	12.0	9.2	95	100	+ 5	100	165
1B	3.0	4.1	95	96	+ 1	10	
2B	4.0	5.2	96	96	0	20	
3B	5.0	5.8	96	97	+ 1	30	
4B	6.0	5.5	97	97	0	40	
5B	7.0	6.9	95	94	- 1	50	
6B	8.0	7.7	95	94	- 1	60	83

\* S = Sulfato de Aluminio.  
M = Carbonato de Magnesio.  
C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES:

---



---



---

VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON SULFATO DE ALUMINIO.

Muestra No. 3

Tabla No. 4.9

Nº DE TUBO	pH		Turbiedad			DOSIS *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	S	C
7B	9.0	7.3	96	93	- 3	70	108
8B	10.0	8.5	96	94	- 2	80	130
9B	11.0	8.8	96	98	+ 2	90	138
10B	12.0	9.4	96	100	+ 4	100	155
1C	3.0	4.2	96	95	- 1	10	
2C	4.0	4.8	96	98	+ 2	20	
3C	5.0	5.1	95	99	+ 4	30	
4C	6.0	6.7	95	94	- 1	40	
5C	7.0	6.6	96	96	0	50	
6C	8.0	7.7	96	95	+ 1	60	85
7C	9.0	8.7	96	95	- 1	70	110
8C	10.0	8.3	95	92	- 3	80	135
9C	11.0	8.9	96	104	+ 8	90	140
10	12.0	9.1	96	100	+ 4	100	160

\* S = Sulfato de Aluminio.  
 M = Carbonato de Magnesio.  
 C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON CARBONATO DE MAGNESIO.

Muestra No. 1

Tabla No. 4.10

Nº DE TUBO	pH		Turbiedad			DOSIS *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	M	C
1	3.0	7.2	35	38	+ 3	20	
2	4.0	7.0	35	40	+ 5	30	
3	5.0	6.8	35	37	+ 2	40	
4	6.0	7.2	36	38	+ 2	50	
5	7.0	7.5	35	34	- 1	60	
6	8.0	8.3	36	35	- 1	70	
7	9.0	8.7	37	37	0	80	112
8	10.0	8.8	37	36	- 1	90	140
9	11.0	8.8	35	33	- 2	100	250
10	12.0	8.8	36	33	- 3	110	2480
1A	3.0	7.1	35	37	+ 2	40	
2A	4.0	7.6	34	35	+ 1	50	
3A	5.0	7.9	33	34	+ 1	60	
4A	6.0	7.8	35	34	- 1	70	
5A	7.0	8.2	34	34	0	80	
6A	8.0	8.7	35	35	0	90	
7A	9.0	8.7	34	32	- 2	100	112
8A	10.0	8.3	35	32	- 3	110	150
9A	11.0	8.4	35	30	- 5	120	120
10A	12.0	8.4	35	31	- 4	130	138
1B	3.0	7.2	36	38	+ 2	20	
2B	4.0	7.1	35	36	+ 1	30	
3B	5.0	6.9	35	39	+ 4	40	
4B	6.0	7.2	34	35	+ 1	50	
5B	7.0	7.5	34	33	- 1	60	
6B	8.0	8.4	35	35	0	70	

\* S = Sulfato de Aluminio.  
M = Carbonato de Magnesio.  
C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES:

---



---



---

VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON CARBONATO DE MAGNESIO.

Muestra No. 1

Tabla No. 4.10

N. DE TUBO	pH		Turbiedad			Dosis *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	M	C
7B	9.0	8.6	35	34	- 1	80	112
8B	10.0	8.7	34	34	0	90	150
9B	11.0	8.9	35	33	- 2	100	210
10B	12.0	8.9	35	32	- 3	110	248
1C	3.0	7.6	34	36	+ 2	40	
2C	4.0	7.9	35	36	+ 1	50	
3C	5.0	7.8	35	36	+ 1	60	
4C	6.0	8.4	35	35	0	70	
5C	7.0	8.0	36	35	- 1	80	
6C	8.0	8.7	37	35	- 2	90	
7C	9.0	8.9	35	30	- 5	100	111
8C	10.0	8.4	35	29	- 6	110	150
9C	11.0	8.7	35	31	- 4	120	210
10C	12.0	8.8	36	33	- 3	130	249

\* S = Sulfato de Aluminio.  
 M = Carbonato de Magnesio.  
 C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON CARBONATO DE MAGNESIO.

(pH NATURAL DE LA MUESTRA 8.3)

Muestra No. 1

Tabla No. 4.11

Nº DE TUBO	pH		Turbiedad			Dosis *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	M	C
1	9.0	8.3	35	33	- 2	90	115
2	9.5	8.5	34	33	- 1	100	140
3	10.0	8.5	35	33	- 2	110	150
4	10.5	8.4	35	27	- 8	120	170
5	11.0	8.3	36	24	- 12	110	220
6	11.5	9.2	35	25	- 10	120	220
7	12.0	8.7	35	30	- 5	120	248
1A	9.0	8.4	35	34	- 1	90	116
2A	9.5	8.3	35	33	- 2	100	139
3A	10.0	8.5	35	31	- 4	110	151
4A	10.5	8.6	34	24	- 10	120	171
5A	11.0	8.4	35	30	- 5	110	219
6A	11.5	8.3	35	25	- 10	120	219
7A	12.0	8.7	35	27	- 8	120	250
1B	9.0	8.4	34	33	- 1	90	115
2B	9.5	8.3	35	34	- 1	100	139
3B	10.0	8.4	35	31	- 4	110	150
4B	10.5	8.4	35	32	- 3	120	170
5B	11.0	8.3	35	30	- 5	110	219
6B	11.5	8.7	35	33	- 2	120	220
7B	12.0	8.9	35	34	- 1	120	248
1C	9.0	8.5	35	34	- 1	90	115
2C	9.5	8.4	34	31	- 3	100	139
3C	10.0	8.6	34	29	- 5	110	151
4C	10.5	8.5	35	24	- 11	120	171
5C	11.0	8.6	34	20	- 14	110	218

\* S = Sulfato de Aluminio.

M = Carbonato de Magnesio.

C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES:

---



---



---

VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON CARBONATO DE MAGNESIO.

(pH NATURAL DE LA MUESTRA 8.3)

Muestra No. 1

Tabla No. 4.11

N° DE TUBO	pH		Turbiedad			DOSIS *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	M	C
6C	11.5	8.3	35	25	- 10	120	220
7C	12.0	8.7	35	26	- 9	120	249

- \* S = Sulfato de Aluminio.
- M = Carbonato de Magnesio.
- C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON CARBONATO DE MAGNESIO.

(pH NATURAL 7.3)

Muestra No. 2

Tabla No. 4.12

Nº DE TUBO	pH		Turbiedad			Dosis *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	M	C
1	3.0		126	130	+ 4	20	
2	4.0		125	128	+ 3	30	
3	5.0		125	130	+ 5	40	
4	6.0		124	126	+ 2	50	
5	7.0		125	133	+ 8	60	
6	8.0		125	127	+ 2	70	95
7	9.0		125	124	- 1	80	150
8	10.0		125	122	- 3	90	190
9	11.0		124	102	- 22	100	250
10	12.0		127	112	- 15	110	317
1A	3.0		126	128	+ 2	40	
2A	4.0		125	125	0	50	
3A	5.0		126	127	+ 1	60	
4A	6.0		126	127	+ 1	70	
5A	7.0		125	124	- 1	80	
6A	8.0		125	124	- 1	90	96
7A	9.0		125	119	- 6	100	150
8A	10.0		127	119	- 8	110	195
9A	11.0		125	105	- 20	120	260
10A	12.0		126	102	- 24	130	310
1B	3.0		126	127	+ 1	20	
2B	4.0		125	129	+ 4	30	
3B	5.0		125	131	+ 6	40	
4B	6.0		125	130	+ 5	50	
5B	7.0		124	127	+ 3	60	
6B	8.0		125	125	0	70	95

\* S = Sulfato de Aluminio.  
M = Carbonato de Magnesio.  
C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: No se midió pH final.

VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON CARBONATO DE MAGNESIO.

(pH NATURAL 7.3)

Muestra No. 2

Tabla No. 4.12

N° DE TUBO	pH		Turbiedad			Dosis *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	M	C
7B	9.0		126	125	- .1	80	145
3B	10.0		126	123	- 3	90	190
9B	11.0		125	110	- 15	100	260
10B	12.0		125	107	- 18	110	310
1C	3.0		124	125	+ 1	40	
2C	4.0		125	127	+ 2	50	
3C	5.0		125	128	+ 3	60	
4C	6.0		125	125	0	70	
5C	7.0		126	125	- 1	80	
6C	8.0		124	123	- 1	90	91
7C	9.0		124	118	- 6	100	150
8C	10.0		125	123	- 2	110	200
9C	11.0		125	100	- 25	120	260
10C	12.0		125	105	- 20	130	310

- \* S = Sulfato de Aluminio.
- M = Carbonato de Magnesio.
- C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: No se midió pH final.

---



---

VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON CARBONATO DE MAGNESIO.

(pH NATURAL 7.3)

Muestra No. 2

Tabla No. 4.13

Nº DE TUBO	pH		Turbiedad			Dosis.*	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	M	C
1	9.0		125	105	- 20	90	150
2	9.5		124	24	-100	100	182
3	10.0		126	31	- 95	110	190
4	10.5		125	35	- 90	120	229
5	11.0		125	45	- 80	110	260
6	11.5		126	56	- 70	120	291
7	12.0		125	75	- 50	120	309
1A	9.0		125	107	- 18	90	149
2A	9.5		124	14	-110	100	182
3A	10.0		125	27	- 98	110	195
4A	10.5		125	30	- 95	120	228
5A	11.0		124	53	- 71	110	260
6A	11.5		125	50	- 75	120	290
7A	12.0		125	45	- 80	120	311
1B	9.0		125	110	- 15	90	150
2B	9.5		125	35	- 90	100	182
3B	10.0		125	30	- 95	110	195
4B	10.5		125	35	- 90	110	229
5B	11.0		124	9	-115	120	260
6B	11.5		125	31	- 94	120	291
7B	12.0		125	35	- 90	120	310
1C	9.0		124	104	- 20	90	150
2C	9.5		125	35	- 90	100	182
3C	10.0		125	34	- 91	110	195
4C	10.5		124	35	- 89	120	229
5C	11.0		124	24	-100	110	260

\* S = Sulfato de Aluminio.

M = Carbonato de Magnesio.

C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: No se midió pH final.

---



---



---

VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON CARBONATO DE MAGNESIO.

(pH NATURAL 7.3)

Muestra No. 2

Tabla No. 4.13

N <sup>o</sup> DE TUBO	pH		Turbiedad			DOSIS *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removido	M	C
6C	11.5		124	34	- 90	120	291
7C	12.0		125	40	- 85	120	310

\* S = Sulfato de Aluminio.  
 M = Carbonato de Magnesio.  
 C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: No se midió pH final.

---



---

VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON CARBONATO DE MAGNESIO.

(pH NATURAL 7.4)

Muestra No. 3

Tabla No. 4.14

Nº DE TUBO	pH		Turbiedad			DOSIS *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	M	C
1	3.0	7.8	95	97	+ 2	20	
2	4.0	7.5	96	97	+ 1	30	
3	5.0	8.1	96	96	0	40	
4	6.0	8.4	94	93	- 1	50	
5	7.0	8.3	95	92	- 3	60	
6	8.0	8.7	96	78	- 18	70	29
7	9.0	8.5	96	71	- 25	80	115
8	10.0	8.4	95	65	- 30	90	190
9	11.0	8.6	95	45	- 50	100	256
10	12.0	8.4	96	56	- 40	110	301
1A	3.0	7.7	96	96	0	40	
2A	4.0	7.6	95	96	+ 1	50	
3A	5.0	8.6	96	97	+ 1	60	
4A	6.0	8.4	96	96	0	70	
5A	7.0	8.5	96	95	- 1	80	
6A	8.0	8.6	95	91	- 4	90	25
7A	9.0	8.4	95	87	- 8	100	145
8A	10.0	8.7	96	83	- 13	110	190
9A	11.0	8.6	96	84	- 12	120	255
10A	12.0	8.7	95	92	- 3	130	302
1B	3.0	7.6	96	99	+ 3	20	
2B	4.0	7.9	96	98	+ 2	30	
3B	5.0	8.1	96	97	+ 1	40	
4B	6.0	8.5	95	94	- 1	50	
5B	7.0	8.4	95	95	0	60	
6B	8.0	8.7	96	86	- 10	70	25

\* S = Sulfato de Aluminio.  
M = Carbonato de Magnesio.  
C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES:

---



---



---

VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON CARBONATO DE MAGNESIO.

(pH NATURAL 7.4)

Muestra No. 3

Tabla No. 4.14

Nº DE TUBO	pH		Turbiedad			Dosis *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	M	C
7B	9.0	8.6	95	80	- 15	80	145
8B	10.0	8.5	94	84	- 10	90	191
9B	11.0	8.6	96	76	- 20	100	255
10B	12.0	8.4	96	66	- 30	110	302
1C	3.0	8.0	96	100	+ 4	40	
2C	4.0	7.9	96	99	+ 3	50	
3C	5.0	8.1	96	97	+ 1	60	
4C	6.0	8.5	96	96	0	70	
5C	7.0	8.5	95	92	- 3	80	
6C	8.0	8.6	95	87	- 8	90	22
7C	9.0	8.5	95	85	- 10	100	145
8C	10.0	8.4	95	80	- 15	110	190
9C	11.0	8.7	95	75	- 20	120	255
10C	12.0	8.5	95	92	- 3	130	302

- \* S = Sulfato de Aluminio.
- M = Carbonato de Magnesio.
- C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON CARBONATO DE MAGNESIO.

(pH NATURAL 7.4)

Muestra No. 3

Tabla No. 4.15

Nº DE TUBO	pH		Turbiedad			DOSIS *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removida	M	C
1	9.0	8.6	95	92	- 3	90	146
2	9.5	8.7	96	38	- 58	100	184
3	10.0	8.4	95	45	- 50	110	191
4	10.5	8.6	95	40	- 55	120	219
5	11.0	8.8	95	15	- 80	110	255
6	11.5	8.8	96	26	- 70	120	285
7	12.0	8.7	96	76	- 20	120	302
1A	9.0	8.5	96	94	- 2	90	145
2A	9.5	8.7	96	81	- 15	100	186
3A	10.0	8.6	95	75	- 20	110	190
4A	10.5	8.4	95	45	- 50	120	220
5A	11.0	8.6	96	56	- 40	110	254
6A	11.5	8.8	96	66	- 30	120	285
7A	12.0	8.7	94	80	- 14	120	301
1B	9.0	8.7	95	94	- 1	90	145
2B	9.5	8.7	95	93	- 2	100	186
3B	10.0	8.5	96	66	- 30	110	191
4B	10.5	8.6	94	44	- 50	120	220
5B	11.0	8.6	95	35	- 60	110	255
6B	11.5	8.7	96	58	- 38	120	284
7B	12.0	8.9	96	67	- 29	120	302
1C	9.0	8.6	96	91	- 5	90	145
2C	9.5	8.8	95	89	- 6	100	185
3C	10.0	8.6	96	71	- 25	110	190
4C	10.5	8.5	96	70	- 26	120	220
5C	11.0	8.6	96	47	- 49	110	255

- \* S = Sulfato de Aluminio.  
M = Carbonato de Magnesio.  
C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES:

---



---



---

VARIACION DE pH Y DOSIFICACION CON CARBONATO DE MAGNESIO.

(pH NATURAL 7.4)

Muestra No. 3

Tabla No. 4.15

Nº DE TUBO	pH		Turbiedad			DOSIS *	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Removido	M	C
6C	11.5	8.7	95	63	- 32	120	285
7C	12.0	8.8	95	77	- 18	120	302

- \* S = Sulfato de Aluminio.
- M = Carbonato de Magnesio.
- C = Cal hidratada.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 1			CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
8.3	1	50			6.1	27				0	221	55	94	149	-2.2	-8				0	-15	-5	-8	-13
8.3	2	50			6.0	26				0	218	48	101	149	-2.3	-9				0	-18	-12	-1	-13
8.3	3	50			6.0	26				0	225	56	99	155	-2.3	-9				0	-11	-4	-3	-7
8.3	4	50			6.0	26				0	223	49	98	147	-2.3	-9				0	-13	-11	-4	-15
8.3	5	50			6.0	25				0	222	50	102	152	-2.3	-10				0	-14	-10	0	-10
8.3	6	50			5.9	24				0	224	52	101	153	-2.4	-11				0	-12	-8	-1	-9

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l).....	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

### COMENTARIOS

Solo a dosis superiores de  
120 mg/l de Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> ori-  
ginan aguas con mayor tur-  
biedad que la inicial.

-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 2				CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
8.3	1	60			6.1	23				0	220	43	100		-2.2	-12				0	-16	-17	- 2	-19
8.3	2	60			6.1	23				0	218	43	101		-2.2	-12				0	-18	-17	- 1	-18
8.3	3	60			6.3	25				0	221	45	103		-2.0	-10				0	-15	-15	+1*	-14
8.3	4	60			6.2	24				0	219	46	99		-2.1	-11				0	-17	-14	- 3	-17
8.3	5	60			6.2	25				0	218	43	100		-2.1	-10				0	-18	-17	- 2	-19
8.3	6	60			6.1	26				0	215	41	99		-2.2	- 9				0	-21	-19	- 2	-21

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l).....	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

COMENTARIOS

\* Resultado poco confiable.

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 3			CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
8.3	1	70			5.9	12				0	214	39	100	139	-2.4	-23				0	-22	-21	- 2	-23
8.3	2	70			5.9	16				0	212	38	98	136	-2.4	-19				0	-24	-22	- 4	-26
8.3	3	70			6.0	20				0	209	41	99	140	-2.3	-15				0	-27	-19	- 3	-22
8.3	4	70			6.0	12				0	210	40	101	141	-2.3	-23				0	-26	-20	- 1	-21
8.3	5	70			6.0	18				0	211	38	100	138	-2.3	-17				0	-25	-22	- 2	-23
8.3	6	70			6.0	12				0	210	43	101	144	-2.3	-23				0	-26	-17	- 1	-18

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l) . . . .	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

### COMENTARIOS

Se baja el pH de acuerdo a la reacción representada - por la ecuación 13, por lo que el H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sirve de bufer.

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 4				CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Mg CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
8.3	1	80			6.0	21				0	204	39	100	139	-2.3	-14				0	-32	-21	- 2	-23
8.3	2	80			5.9	19				0	199	40	101	141	-2.4	-16				0	-37	-20	- 1	-21
8.3	3	80			6.0	20				0	201	37	99	136	-2.3	-15				0	-35	-23	- 3	-26
8.3	4	80			6.1	25				0	207	35	102	137	-2.2	-10				0	-29	-25	+ 0	-25
8.3	5	80			6.1	22				0	203	39	97	136	2	-13				0	-33	-21	- 5	-26
8.3	6	80			5.9	24				0	202	34	100	134	-2.4	-11				0	-34	-26	- 2	-28

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3
Turbiedad (UNT)...	35
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200
DQO (mg/l) . . . .	248
CO <sub>2</sub> .....	5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	236
Dureza de Ca...	60
Dureza de Mg...	102
Dureza Total...	162

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No.

1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 5				CONDICIONES FINALES										VARIACION														
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	nBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
8.3	1	90			6.0	22				0	190	31	101	132	-2.3	-13				0	-46	-29	-1	-30					
8.3	2	90			6.0	21				0	195	32	102	134	-2.3	-14				0	-41	-28	0	-28					
8.3	3	90			6.1	20				0	190	36	100	136	-2.2	-15				0	-46	-24	-2	-26					
8.3	4	90			5.9	25				0	192	34	99	133	-2.4	-10				0	-44	-16	-3	-19					
8.3	5	90			6.0	23				0	190	32	101	133	-2.3	-12				0	-46	-18	-1	-19					
8.3	6	90			6.0	27				0	191	33	99	132	-2.3	-8				0	-45	-17	-3	-20					

## CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3
Turbiedad (UNT)...	35
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200
DQO (mg/l), . . .	248
CO <sub>2</sub> .....	5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	236
Dureza de Ca...	60
Dureza de Mg...	102
Dureza Total...	162

## COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 39				CONDICIONES FINALES									VARIACION										
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
7.3	1	50			6.8	116				0	111	120	128	248	-0.5	-9				0	-12	-12	-60	-72
7.3	2	50			7.0	111				0	115	114	141	255	-0.3	-14				0	-17	-18	-47	-65
7.3	3	50			6.5	118				0	116	121	135	256	-0.8	-7				0	-10	-11	-53	-64
7.3	4	50			7.0	112				0	121	118	148	266	-0.3	-13				0	-16	-14	-40	-54
7.3	5	50			6.9	115				0	103	122	151	273	-0.4	-10				0	-13	-10	-37	-47
7.3	6	50			6.7	117				0	112	117	149	266	-0.6	-8				0	-11	-15	-39	-54

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l) . . . .	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320

Dosis mayores de 90 mg/l de sulfato producen cierta turbiedad.

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 40				CONDICIONES FINALES										VARIACION														
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
7.3	1	60			5.9	94				0	107	119	125	244	-1.4	-31				0	-34	-13	-63	-76					
7.3	2	60			6.1	102				0	114	120	132	252	-1.2	-23				0	-26	-12	-56	-68					
7.3	3	60			6.1	106				0	111	123	130	253	-1.2	-19				0	-22	-9	-58	-67					
7.5	4	60			6.1	105				0	109	112	127	239	-1.2	-20				0	-23	-20	-61	-81					
7.3	5	60			6.0	100				0	105	117	129	246	-1.3	-25				0	-28	-15	-59	-74					
7.3	6	60			6.0	90				0	107	115	131	246	-1.3	-35				0	-38	-17	-57	-74					

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3
Turbiedad (UNT)...	125
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246
DQO (mg/l) . . . .	300
CO <sub>2</sub> .....	25.5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	128
Dureza de Ca...	132
Dureza de Mg...	188
Dureza Total...	320

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 41				CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	DM <sub>g</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	DM <sub>g</sub>	DT
7.3	1	70			6.1	25				0	97	120	114	234	-1.2	-100				0	-31	-12	-74	-86
7.3	2	70			6.1	23				0	99	123	120	223	-1.2	-102				0	-29	-29	-68	-97
7.3	3	70			6.0	11				0	106	125	128	253	-1.3	-114				0	-22	-7	-60	-67
7.3	4	70			6.0	24				0	104	110	123	233	-1.3	-101				0	-24	-22	-65	-87
7.3	5	70			6.0	28				0	101	119	121	240	-1.3	-97				0	-27	-13	-67	-80
7.3	6	70			6.1	26				0	100	117	119	236	-1.2	-99				0	-28	-15	-69	-84

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l) . . . .	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

### COMENTARIOS

La dureza es más o menos --  
 constante solo que Dureza -  
 Carbonatos se convierte en --  
 DNC lo cual representa una --  
 desventaja para su poste--  
 rior tratamiento de ablanda  
 miento.



# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 42				CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
7.3	1	80			6.0	16				0	110	121	121	242	-1.3	-109				0	-18	-11	-67	-78
7.3	2	80			6.0	15				0	103	115	124	239	-1.3	-110				0	-25	-17	-64	-81
7.3	3	80			6.1	11				0	115	112	125	237	-1.2	-114				0	-13	-20	-63	-83
7.3	4	80			6.2	18				0	108	117	111	228	-1.1	-107				0	-20	-15	-77	-92
7.3	5	80			6.5	8				0	106	113	120	233	-0.8	-117				0	-22	-19	-68	-87
7.3	6	80			6.2	20				0	110	108	117	225	-1.1	-105				0	-18	-15	-80	-95

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	<u>7.3</u>
Turbiedad (UNT)...	<u>125</u>
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	<u>246</u>
DQO (mg/l) . . . .	<u>300</u>
CO <sub>2</sub> .....	<u>25.5</u>

Alcalinidad F...	<u>0</u>
Alcalinidad Total	<u>128</u>
Dureza de Ca...	<u>132</u>
Dureza de Mg...	<u>188</u>
Dureza Total...	<u>320</u>

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 43				CONDICIONES FINALES										VARIACION					• AUMENTO (+) DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>g</sub>	DM <sub>g</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>g</sub>	DM <sub>g</sub>	DT
7.3	1	90			6.4	116				0	110	105	121	226	-0.9	-9				0	-18	-27	-67	-94
7.3	2	90			6.3	115				0	107	97	120	217	-1.0	-10				0	-21	-35	-68	-103
7.3	3	90			6.5	110				0	105	101	123	224	-0.8	-15				0	-23	-31	-65	-96
7.3	4	90			6.4	114				0	110	110	118	228	-0.9	-11				0	-18	-22	-70	-92
7.3	5	90			6.3	113				0	114	99	115	214	-1.0	-12				0	-14	-33	-73	-106
7.3	6	90			6.4	116				0	107	107	113	220	-0.9	-9				0	-21	-25	-75	-100

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3
Turbiedad (UNT)...	125
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246
DQO (mg/l).....	300
CO <sub>2</sub> .....	25.5

Alcalinidad F....	0
Alcalinidad Total	128
Dureza de Ca...	132
Dureza de Mg...	188
Dureza Total...	320

COMENTARIOS

Dosis de Sulfato Mayores a 90 mg/l producen turbiedad.

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 78			CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
7.4	1	53			5.7	83				0	159	30	14	44	-1.7	-13				0	-33	-6	-10	-16
7.4	2	50			5.5	85	112			0	180	32	18	50	-1.9	-11	-118			0	-12	-4	-6	-10
7.4	3	50			5.5	84				0	188	34	20	54	-1.9	-12				0	-4	-2	-4	-6
7.4	4	50			5.3	82				0	190	33	21	54	-2.1	-14				0	-2	-3	-3	-6
7.4	5	50			5.2	80	130			0	185	33	20	53	-2.2	-16	-100			0	-7	-3	-4	-7
7.4	6	50			5.8	82				0	191	31	19	50	-1.6	-14				0	-1	-5	-5	-10

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

### C O M E N T A R I O S

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l) . . . .	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

se disminuye la alcalinidad por ser una especie de buffer, siendo entonces una ventaja tener alcalinidad residual.

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

## RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 79				CONDICIONES FINALES									VARIACION							AUMENTO (+) DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	
7.4	1	60			4.9	86	133			0	173	32	19	51	-2.5	-10	-97			0	-19	-4	-5	-9	
7.4	2	60			5.1	84	-			0	175	30	16	46	-2.3	-12	-			0	-17	-6	-8	-14	
7.4	3	60			4.8	82	-			0	171	31	17	48	-2.6	-14	-			0	-21	-5	-7	-12	
7.4	4	60			4.9	85	138			0	169	28	14	42	-2.5	-11	-92			0	-23	-8	-10	-18	
7.4	5	60			5.1	86	-			0	177	28	15	43	-2.3	-10	-			0	-15	-8	-9	-17	
7.4	6	60			5.0	85	-			0	174	34	20	54	-2.4	-11	-			0	-18	-2	-4	-6	

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l).....	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 80				CONDICIONES FINALES									VARIACION										
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Mg CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	A.	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
74	1	70			6.7	3	87		0	167	25	15	40	-0.7	-93	-143		0	-25	-11	-9	-20		
74	2	70			6.9	11	93		0	170	26	16	42	-0.5	-85	-137		0	-22	-10	-8	-18		
74	3	70			6.9	36			0	169	28	18	46	-0.5	-60			0	-23	-8	-6	-14		
74	4	70			6.8	16			0	161	29	17	46	-0.6	-80			0	-31	-7	-7	-14		
74	5	70			7.1	6	80		0	166	27	14	41	-0.3	-90	-150		0	-26	-9	-10	-19		
74	6	70			7.2	3	85		0	164	29	16	45	-0.2	-93	-145		0	-28	-7	-8	-15		

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4
Turbiedad (UNT)...	96
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230
DQO (mg/l) . . . .	306
CO <sub>2</sub> .....	30.8

Alcalinidad F...	00
Alcalinidad Total	192
Dureza de Ca...	36
Dureza de Mg...	24
Dureza Total...	60

COMENTARIOS

Máxima precipitación entre  
 -70 y 80 mg/l de dosificación.  
 -----  
 -----  
 -----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 81				CONDICIONES FINALES								VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)						
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
74	1	80			6.2	26				0	149	27	15	42	-1.2	-70			0	-43	-9	-9	-18	
74	2	80			6.1	21	120			0	155	28	14	42	-1.3	-75			0	-37	-8	-10	-18	
74	3	80			6.2	20				0	160	23	18	41	-1.2	-76			0	-32	-13	-6	-19	
74	4	80			6.9	36				0	163	25	13	38	-0.5	-60			0	-29	-11	-11	-22	
74	5	80			7.0	31	128			0	153	21	16	37	-0.4	-65	102		0	-39	-15	-8	-23	
74	6	80			7.0	39				0	157	26	14	40	-0.4	-57			0	-35	-10	-10	-20	

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l) . . . .	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 82				CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
74	1	90			6.7	86				0	148	22	12	34	-0.7	-10				0	-44	-14	-12	-26
74	2	90			5.9	84				0	162	21	13	34	-1.5	-12				0	-30	-15	-11	-26
74	3	90			6.3	85	146			0	159	22	13	35	-1.1	-11	-84			0	-33	-14	-11	-25
74	4	90			6.1	86	150			0	147	23	11	34	-1.3	-10	-80			0	-45	-13	-13	-26
74	5	90			6.0	66				0	148	25	14	39	-1.4	-30				0	-44	-11	-10	-21
74	6	90			6.3	68				0	150	22	13	35	-1.1	-28				0	-42	-14	-11	-25

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l) . . . .	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 6				CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Mg CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
9.5	1		80	110	8.6	42				30	270	95	110	205	0.3	+7				30	34	35	8	43
9.5	2		80	105	8.7	34				35	305	89	112	201	0.4	-1				35	69	29	10	39
9.5	3		80	110	8.8	34				36	296	100	115	215	0.5	-1				36	60	40	13	53
9.5	4		80	115	8.6	36				50	341	105	100	205	0.3	+1				50	105	45	-2	43
9.5	5		80	112	8.6	39				48	338	104	110	214	0.3	+4				48	102	44	8	52
9.5	6		80	110	8.7	35				39	294	110	120	230	0.4	0				39	58	50	18	68

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l) . . . .	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.



# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 7			CONDICIONES FINALES										VARIACION															
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
9.5	1		90	110	8.7	38				40	288	98	112	210	0.4	+3				40	52	38	10	48					
9.5	2		90	105	8.7	36				38	290	98	115	213	0.4	+1				38	54	38	13	51					
9.5	3		90	110	8.6	38				54	310	107	116	223	0.3	+3				54	74	47	14	61					
9.5	4		90	112	8.6	35				50	293	105	104	209	0.3	0				50	57	45	2	47					
9.5	5		90	113	8.7	39				38	288	115	103	218	0.4	+4				38	52	55	1	56					
9.5	6		90	108	8.8	37				40	292	114	120	234	0.5	+2				40	56	54	18	72					

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3
Turbiedad (UNT)...	35
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200
DQO (mg/l) . . . .	248
CO <sub>2</sub> .....	5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	236
Dureza de Ca...	60
Dureza de Mg...	102
Dureza Total...	162

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 8			CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de V.S.O.	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
9.5	1		100	98	8.8	40				42	286	95	120	215	0.5	+5				42	50	35	18	53
9.5	2		100	110	8.7	54				39	289	104	114	218	0.4	+19				39	53	44	12	56
9.5	3		100	111	8.8	41				53	309	102	117	219	0.5	+6				53	73	42	15	57
9.5	4		100	114	8.9	45				55	299	97	105	202	0.6	+10				55	63	37	3	40
9.5	5		100	107	8.8	65				44	294	105	105	210	0.5	+30				44	58	45	3	48
9.5	6		100	106	8.7	50				46	304	111	124	235	0.4	+50				46	68	51	22	73

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l).....	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 9			CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)						
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>o</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>o</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
9.5	1		110	110	8.6	55				48	303	95	125	220	0.3	+20				48	67	35	23	58
9.5	2		110	105	8.7	54				39	307	103	115	218	0.4	+19				39	71	43	13	56
9.5	3		110	115	8.8	45				55	306	105	119	224	0.5	+10				55	70	45	17	62
9.5	4		110	114	8.7	41				57	305	99	105	204	0.4	+6				57	69	39	3	42
9.5	5		110	112	8.8	50				47	297	95	107	202	0.5	+15				47	61	35	5	40
9.5	6		110	118	8.6	49				46	307	103	115	218	0.3	+14				46	71	43	13	56

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	<u>8.3</u>
Turbiedad (UNT)...	<u>35</u>
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	<u>200</u>
DQO (mg/l) . . . .	<u>248</u>
CO <sub>2</sub> .....	<u>5</u>

Alcalinidad F...	<u>0</u>
Alcalinidad Total	<u>236</u>
Dureza de Ca...	<u>60</u>
Dureza de Mg...	<u>102</u>
Dureza Total...	<u>162</u>

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 10				CONDICIONES FINALES										VARIACION														
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
9.5	1		120	110	8.6	50				46	299	94	122	216	0.3	+15				46	63	34	20	54					
9.5	2		120	105	8.7	43				44	301	92	125	217	0.4	+ 8				44	65	32	23	55					
9.5	3		120	111	8.7	44				49	296	101	119	220	0.4	+ 9				49	60	41	17	58					
9.5	4		120	109	8.8	45				51	293	97	107	204	0.5	+10				51	57	37	5	42					
9.5	5		120	107	8.9	46				50	305	89	113	202	0.6	+11				50	69	29	11	40					
9.5	6		120	115	8.7	50				48	303	102	121	233	0.4	+15				48	67	42	19	61					

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0	
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236	-----
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60	-----
DQO (mg/l) . . . .	248	Dureza de Mg...	102	-----
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162	-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 11				CONDICIONES FINALES									VARIACION															
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Mg CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.0	1		80	125	8.7	43				38	289	95	111	206	0.4	+8				38	53	35	9	44					
10.0	2		80	128	8.5	35				37	308	91	113	204	0.2	0				37	72	31	11	42					
10.0	3		80	125	8.9	37				37	305	101	115	216	0.6	+2				37	69	41	13	54					
10.0	4		80	124	8.8	36				41	321	105	101	206	0.5	+1				41	85	45	-1	44					
10.0	5		80	122	8.7	39				47	316	103	110	213	0.4	+4				47	80	43	8	51					
10.0	6		80	121	8.6	36				45	309	111	120	231	0.3	+1				45	73	51	18	69					

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l).....	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 12				CONDICIONES FINALES							VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)							
	Nº de VASOS	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM.	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.0	1		90	125	8.8	41				36	296	98	112	210	0.5	+6				36	60	38	10	48
10.0	2		90	128	8.6	48				35	290	92	111	203	0.3	+13				35	54	32	9	41
10.0	3		90	127	8.5	49				37	293	101	115	216	0.2	+14				37	57	41	13	54
10.0	4		90	126	8.6	46				39	301	103	110	213	0.3	+11				39	65	43	8	51
10.0	5		90	125	8.7	40				40	288	102	211	211	0.4	+5				40	52	42	7	49
10.0	6		90	124	8.7	41				45	292	104	113	217	0.4	+6				45	56	44	11	55

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l) . . . .	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

-----
-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 13				CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.0	1	100	135	8.7	42				34	289	99	112	211	0.4	+	7			34	53	39	10	49	
10.0	2	100	128	8.8	41				37	288	95	115	210	0.5	+	6			37	52	35	13	48	
10.0	3	100	127	8.7	43				38	296	103	114	217	0.4	+	8			38	60	43	12	55	
10.0	4	100	135	8.6	40				39	294	101	111	212	0.6	+	5			39	58	41	9	50	
10.0	5	100	130	8.8	39				36	291	105	108	213	0.5	+	4			36	55	45	6	51	
10.0	6	100	136	8.9	38				37	283	104	115	219	0.6	+	3			37	47	44	13	57	

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3
Turbiedad (UNT)...	35
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200
DQO (mg/l) . . . .	248
CO <sub>2</sub> .....	5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	236
Dureza de Ca...	60
Dureza de Mg...	102
Dureza Total...	162

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 14				CONDICIONES FINALES										VARIACION										AUMENTO (+) DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT					
10.0	1		110	129	8.8	43				36	284	244	110	354	0.5	+8				36	48	184	8	192					
10.0	2		110	134	8.7	44				37	287	255	115	370	0.4	+9				37	51	195	13	208					
10.0	3		110	131	8.7	47				38	287	249	116	365	0.4	+12				38	51	189	14	203					
10.0	4		110	129	8.6	45				36	288	250	120	370	0.3	+10				36	52	190	18	208					
10.0	5		110	134	8.8	37				35	285	249	122	371	0.5	+2				35	49	189	20	209					
10.0	6		110	136	8.8	36				36	285	251	125	376	0.5	+1				36	49	191	23	214					

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	<u>8.3</u>
Turbiedad (UNT)...	<u>35</u>
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	<u>200</u>
DQO (mg/l) . . . .	<u>248</u>
CO <sub>2</sub> .....	<u>5</u>

Alcalinidad F...	<u>0</u>
Alcalinidad Total	<u>236</u>
Dureza de Ca....	<u>60</u>
Dureza de Mg...	<u>102</u>
Dureza Total...	<u>162</u>

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.



# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 15				CONDICIONES FINALES							VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)							
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Mg CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.0	1		120	138	8.8	36				36	292	100	111	211	0.5	+1				36	56	40	9	49
10.0	2		120	137	8.9	35				37	303	97	114	211	0.6	0				37	67	37	12	49
10.0	3		120	129	8.8	37				39	301	91	118	209	0.5	+2				39	65	31	16	47
10.0	4		120	136	8.6	39				36	298	96	109	205	0.3	+4				36	62	36	7	43
10.0	5		120	141	8.7	41				31	305	102	107	209	0.4	+6				31	69	42	5	47
10.0	6		120	136	8.6	38				35	304	97	113	210	0.3	+3				35	68	37	11	48

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l) . . . .	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total....	162

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 16				CONDICIONES FINALES										VARIACION									
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.5	1		80	150	8.8	36				30	259	93	112	205	0.5	+1				30	23	33	10	43
10.5	2		80	148	8.7	38				32	272	98	110	208	0.4	+3				32	36	38	8	46
10.5	3		80	145	8.9	34				35	274	96	111	207	0.6	-1				35	38	36	9	45
10.5	4		80	151	8.7	33				31	269	95	104	199	0.4	-2				31	33	35	2	37
10.5	5		80	150	8.6	32				34	255	97	107	204	0.3	-3				34	19	37	5	42
10.5	6		80	149	8.8	33				33	263	98	105	203	0.5	-2				33	27	38	3	41

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l) . . . .	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

-----
-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 17			CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)						
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.5	1		90	150	8.9	36				40	260	100	114	214	0.6	+1				40	24	40	12	52
10.5	2		90	151	8.8	35				36	277	104	115	219	0.5	0				36	41	44	13	57
10.5	3		90	151	8.7	32				35	274	103	115	218	0.4	-3				35	38	43	13	56
10.5	4		90	149	8.7	35				36	277	101	117	218	0.4	0				36	41	41	15	56
10.5	5		90	149	8.9	34				36	284	99	116	215	0.6	-1				76	48	39	14	53
10.5	6		90	150	8.8	36				25	283	103	109	212	0.5	+1				25	47	43	7	50

## CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

## COMENTARIOS

pH (US) .....	8.3
Turbiedad (UNT)...	35
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200
DQO (mg/l) . . . .	248
CO <sub>2</sub> .....	5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	236
Dureza de Ca...	60
Dureza de Mg...	102
Dureza Total.....	162


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 18				CONDICIONES FINALES							VARIACION							AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.5	1		100	150	8.9	35				38	283	97	114	211	0.6	0				38	47	37	12	49
10.5	2		100	151	8.9	36				35	286	99	115	214	0.6	+1				35	50	39	13	52
10.5	3		100	150	9.0	34				38	288	98	110	208	0.7	-1				38	52	38	8	46
10.5	4		100	149	8.8	30				37	295	100	112	212	0.5	-5				39	59	40	10	50
10.5	5		100	150	8.7	30				40	289	101	118	219	0.4	-5				40	53	41	16	57
10.5	6		100	149	8.8	31				39	280	101	111	212	0.5	-4				39	44	41	9	50

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3
Turbiedad (UNT)...	35
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200
DQO (mg/l).....	248
CO <sub>2</sub> .....	5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	236
Dureza de Ca...	60
Dureza de Mg...	102
Dureza Total...	162

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 19			CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.		pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCl <sub>2</sub>						Ca(OH) <sub>2</sub>	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>						DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.5	1		110	151	8.8	36				35	295	109	110	219	0.5	+1				35	59	49	8	57
10.5	2		110	150	8.9	38				36	288	107	115	222	0.6	+3				36	52	47	13	60
10.5	3		110	149	8.9	35				37	287	106	111	217	0.6	0				37	51	46	9	55
10.5	4		110	150	8.8	39				38	292	110	109	219	0.5	+4				38	56	50	7	57
10.5	5		110	150	8.7	41				35	293	109	112	221	0.4	+6				35	57	49	10	59
10.5	6		110	149	8.7	40				36	290	111	113	224	0.4	+5				36	54	51	11	62

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3
Turbiedad (UNT)...	35
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200
DQO (mg/l).....	248
CO <sub>2</sub> .....	5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	256
Dureza de Ca...	60
Dureza de Mg...	102
Dureza Total...	162

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No.20			CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)						
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Ca	Mg	DT						F	AM	Ca	Mg	DT
10.5	1		120	152	8.7	41				36	291	105	112	217	0.4	+6				36	55	45	10	55
10.5	2		120	151	8.9	48				38	289	105	112	217	0.6	+13				38	53	45	10	55
10.5	3		120	151	8.8	42				41	285	114	111	225	0.5	+7				41	49	54	9	63
10.5	4		120	150	8.8	46				39	297	106	109	215	0.5	+11				39	61	46	7	53
10.5	5		120	149	8.7	39				40	299	107	110	217	0.4	+4				40	63	47	8	55
10.5	6		120	148	8.6	41				38	297	107	111	218	0.3	+6				38	61	47	9	56

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3
Turbiedad (UNT)...	35
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200
DQO (mg/l).....	248
CO <sub>2</sub> .....	5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	236
Dureza de Ca...	60
Dureza de Mg...	102
Dureza Total...	162

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 21				CONDICIONES FINALES									VARIACION															
	No de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	DM <sub>g</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	DM <sub>g</sub>	DT	F	AM	Dc <sub>a</sub>	DM <sub>g</sub>	DT
10.8	1		100	171	8.8	36				30	270	87	114	201	0,5	+1				30	34	27	12	39					
10.8	2		100	170	8,5	34				28	273	84	115	199	0,2	-1				28	37	24	13	37					
10.8	3		100	169	8,4	33				28	274	88	112	200	0,1	-2				28	38	28	10	38					
10.8	4		100	168	8,7	35				26	268	87	111	198	0,4	0				26	32	27	9	36					
10.8	5		100	169	8,6	32				27	277	88	109	197	0,3	-3				27	41	28	7	35					
10.8	6		100	170	8,8	36				27	272	89	107	196	0,5	+1				27	36	29	5	34					

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.5	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l).....	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

COMENTARIOS

Tiende a estabilizarse la dureza.

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 22				CONDICIONES FINALES										VARIACION									
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	JQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
108	1		100	171	8.7	33				20	258	89	110	199	0.4	-2				20	22	29	8	37
108	2		100	170	8.7	35				21	263	89	112	201	0.4	0				21	27	29	10	39
108	3		100	170	8.9	33				21	266	88	112	200	0.6	-2				21	30	28	10	38
108	4		100	175	8.9	32				22	268	85	111	196	0.6	-3				22	32	25	9	34
108	5		100	171	8.8	30				22	272	81	111	192	0.5	-5				22	36	21	9	30
108	6		100	170	8.6	31				24	281	84	109	193	0.3	-4				24	45	25	7	31

## CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3
Turbiedad (UNT)...	35
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200
DQO (mg/l) . . . .	248
CO <sub>2</sub> .....	5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	236
Dureza de Ca...	60
Dureza de Mg...	102
Dureza Total...	162

## COMENTARIOS

<u>Remueve poca turbiedad</u>	
<u>Bajan f-2-y Dureza.</u>	
-----	
-----	

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.



# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 23			CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10,8	1		110	171	8,8	34				29	288	90	111	201	0,5	-1				29	52	30	9	39
10,8	2		110	170	8,7	35				30	290	87	113	200	0,4	0				30	54	37	11	38
10,8	3		110	171	8,8	32				31	289	87	112	199	0,5	-3				31	53	27	10	37
10,8	4		110	171	8,7	30				30	291	85	114	199	0,4	-5				30	55	25	12	37
10,8	5		110	170	8,6	31				28	283	86	111	197	0,3	-4				28	47	26	9	35
10,8	6		110	170	8,4	30				29	289	88	112	200	0,1	-5				29	53	28	10	38

## CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3
Turbiedad (UNT)...	35
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200
DQO (mg/l) . . . .	248
CO <sub>2</sub> .....	5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	236
Dureza de Ca...	60
Dureza de Mg...	102
Dureza Total...	162

## COMENTARIOS

\_ Se utilizan Durezas y Alcalinidad.

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

PH DE PRUEBA	PRUEBA No. 24			CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Mg CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.0	1		80	190	8.9	20				20	260	85	111	196	0.6	-15				20	24	25	9	34
11.0	2		80	188	8.8	18				21	261	85	102	187	0.5	-17				21	25	25	0	25
11.0	3		80	190	8.7	15				22	267	84	112	196	0.4	-20				22	31	24	10	34
11.0	4		80	191	8.7	22				20	266	81	109	190	0.4	-13				20	30	21	7	28
11.0	5		80	190	8.8	20				18	268	80	110	190	0.5	-15				18	32	20	8	28
11.0	6		80	191	8.8	18				22	270	81	155	236	0.5	-17				22	34	21	53	74

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l) . . . .	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

### COMENTARIOS

Aumenta turbiedad'	

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 25				CONDICIONES FINALES										VARIACION									
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.0	1		90	190	8.8	12				20	269	86	114	200	0.5	-23				20	33	26	12	38
11.0	2		90	195	8.8	14				22	263	85	111	196	0.5	-21				22	27	25	9	34
11.0	3		90	190	8.7	8				21	261	85	112	197	0.4	-27				21	25	25	10	35
11.0	4		90	195	8.8	10				22	262	87	110	197	0.5	-25				22	26	27	8	35
11.0	5		90	195	8.9	10				21	266	88	109	197	0.6	-25				21	30	28	7	35
11.0	6		90	195	8.5	8				24	264	89	110	199	0.3	-27				24	28	29	8	37

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l).....	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

COMENTARIOS

-----
-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 26				CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.0	1		100	195	8,6	6				21	259	84	212	296	0,6	-29				21	23	24	110	134
11.0	2		100	196	8,7	7				20	259	83	210	293	0,4	-28				20	23	23	108	131
11.0	3		100	195	8,7	9				25	261	82	211	293	0,4	-26				25	25	22	109	131
11.0	4		100	194	8,8	5				20	255	81	212	293	0,5	-30				20	19	21	110	131
11.0	5		100	195	8,5	5				20	257	83	214	297	0,2	-30				20	21	23	112	133
11.0	6		100	196	8,8	6				21	258	84	215	299	0,5	-29				21	22	24	113	137

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l) . . . .	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

COMENTARIOS

-----
-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 27			CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)						
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
110	1		100	195	8.6	5				20	258	82	111	193	0.3	-30				20	22	22	9	31
110	2		100	195	8.7	7				20	256	84	112	196	0.4	-28				20	20	24	10	34
110	3		100	197	8.7	6				21	259	82	114	196	0.4	-29				21	23	22	12	34
110	4		100	196	8.6	6				19	254	81	110	191	0.3	-29				19	18	21	8	29
110	5		100	195	8.8	5				19	253	80	111	191	0.5	-30				19	37	20	9	29
110	6		100	195	8.7	5				20	256	82	112	194	0.4	-30				20	20	22	10	32

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l) . . . .	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

### COMENTARIOS

-----
-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 28			CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.0	1		110	195	8.7	5				21	259	81	110	191	0.4	-30				21	23	21	8	29
11.0	2		110	195	8.8	5				20	256	83	111	194	0.5	-30				20	20	23	9	32
11.0	3		110	194	8.6	6				20	255	81	112	193	0.3	-29				20	19	21	10	31
11.0	4		110	196	8.7	5				19	258	80	110	190	0.4	-30				19	22	20	8	28
11.0	5		110	197	8.6	6				21	260	80	109	189	0.3	-29				21	24	20	7	27
11.0	6		110	195	8.5	5				21	256	81	110	191	0.2	-30				21	20	21	8	29

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	256
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l) . . . .	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

C O M E N T A R I O S


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No.29				CONDICIONES FINALES										VARIACION										AUMENTO (+)					DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA												
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT										
110	1		120	195	8.6	4				19	257	82	230	312	0.3	-31				19	21	22	128	150										
110	2		120	195	8.7	4				29	264	85	225	310	0.4	-31				29	28	25	123	148										
110	3		120	196	8.7	5				29	267	84	210	295	0.4	-30				29	31	24	108	132										
110	4		120	196	8.6	5				22	259	82	208	290	0.3	-30				22	23	22	106	128										
110	5		120	195	8.6	4				25	263	84	226	310	0.3	+31				25	27	24	124	148										
110	6		120	195	8.5	3				25	265	83	226	309	0.2	+32				25	29	23	124	147										

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3
Turbiedad (UNT)...	35
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200
DQO (mg/l) . . . .	248
CO <sub>2</sub> .....	5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	256
Dureza de Ca...	60
Dureza de Mg...	102
Dureza Total...	162

COMENTARIOS

Baja P.H. promedio.	

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 30			CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.		pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>						Ca(OH) <sub>2</sub>	F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>						DT	F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.5	1		80	210	8.6	16				21	258	86	221	307	0.3	-19				21	22	26	119	145
11.5	2		80	215	8.8	15				21	256	85	220	305	0.5	-20				21	20	25	118	143
11.5	3		80	213	8.7	15				22	258	84	215	299	0.4	-20				22	22	24	113	137
11.5	4		80	215	8.7	13				23	258	83	218	301	0.4	-22				23	22	23	116	139
11.5	5		80	215	8.7	14				20	256	81	218	299	0.4	-21				20	20	21	116	137
11.5	6		80	216	8.8	14				20	257	83	217	300	0.5	-21				20	21	23	113	138

## CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l).....	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

## COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.



# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 31				CONDICIONES FINALES									VARIACION															
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Mg CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.5	1		90	210	8.6	9				22	260	93	230	323	0.3	-26				22	24	33	128	161					
11.5	2		90	210	8.7	12				25	275	87	250	337	0.4	-23				25	39	27	148	175					
11.5	3		90	211	8.7	12				25	276	86	251	337	0.4	-23				25	40	26	149	175					
11.5	4		90	215	8.8	11				30	280	85	246	331	0.5	-24				30	44	25	144	169					
11.5	5		90	211	8.8	10				31	291	87	239	326	0.5	-25				30	53	28	137	164					
11.5	6		90	210	8.7	9				30	289	88	228	316	0.4	-26				30	53	28	126	154					

## CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3
Turbiedad (UNT)...	35
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200
DQO (mg/l) . . . .	248
CO <sub>2</sub> .....	5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	236
Dureza de Ca...	60
Dureza de Mg...	102
Dureza Total...	162

## COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No.32				CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.5	1		100	210	88	6				25	266	93	225	318	0.5	-29				25	30	33	123	156
11.5	2		100	211	86	8				28	264	92	246	338	0.3	-27				28	28	32	144	176
11.5	3		100	211	87	6				28	265	95	235	330	0.4	-29				28	29	35	133	168
11.5	4		100	210	87	5				36	271	93	230	323	0.4	-30				36	35	33	128	161
11.5	5		100	210	87	4				25	267	98	228	326	0.4	-31				25	31	38	126	164
11.5	6		100	211	88	6				28	268	89	220	309	0.5	-29				28	32	29	118	147

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l) . . . .	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

-----
-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 33				CONDICIONES FINALES										VARIACION														
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.5	1		110	215	8.6	6				28	273	95	230	325	0.3	-29				28	37	35	128	163					
11.5	2		110	215	8.5	6				26	282	92	228	320	0.2	-29				26	46	32	126	158					
11.5	3		110	211	8.5	7				25	292	87	256	343	0.2	-28				25	56	27	154	185					
11.5	4		110	215	8.7	5				28	267	94	235	329	0.4	-30				28	31	34	133	167					
11.5	5		110	214	8.6	6				32	273	93	231	324	0.3	-29				32	37	33	129	162					
11.5	6		110	210	8.7	6				30	278	91	239	330	0.4	-29				30	42	31	137	168					

## CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	256
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l) . . . .	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

## COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 34			CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
12,0	1		80	251	8,6	9				28	278	99	215	314	0,3	-26				28	42	39	113	152
12,0	2		80	249	8,7	8				32	280	110	218	328	0,4	-27				32	44	50	116	166
12,0	3		80	250	8,7	12				35	271	102	126	318	0,4	-23				35	35	42	114	156
12,0	4		80	250	8,8	9				35	315	108	220	328	0,5	-26				35	79	48	118	166
12,0	5		80	248	8,9	10				36	321	107	214	321	0,6	-25				36	85	47	112	157
12,0	6		80	251	8,9	11				37	306	103	218	321	0,6	-24				37	70	43	116	159

## CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8,3
Turbiedad (UNT)...	35
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200
DQO (mg/l) . . . .	248
CO <sub>2</sub> .....	5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	236
Dureza de Ca...	60
Dureza de Mg...	102
Dureza Total...	162

## COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 35				CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)				
	Nº de VASOS	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Mg CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
12.0	1		90	250	8.6	8				25	263	101	216	317	0.3	-27				25	27	41	114	155
12.0	2		90	252	8.7	7				32	275	112	228	340	0.4	-28				32	39	52	126	178
12.0	3		90	251	8.7	7				31	288	114	229	343	0.4	-28				31	52	54	127	181
12.0	4		90	250	8.8	9				29	273	109	241	350	0.5	-26				29	43	49	138	187
12.0	5		90	249	8.9	8				31	282	107	238	345	0.6	-27				31	46	47	136	187
12.0	6		90	250	8.7	6				35	284	108	229	337	0.4	-29				35	48	48	127	175

## CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	256
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l).....	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

## COMENTARIOS

-----
-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 36			CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASOS	DOSIFICACION p.p.m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
12.0	1		100	250	8.8	3				25	275	110	235	345	0.5	-32				25	39	50	133	183
12.0	2		100	250	8.9	5				22	278	105	225	330	0.6	-30				22	42	45	123	168
12.0	3		100	252	8.7	4				25	274	104	220	324	0.4	-31				25	38	44	118	162
12.0	4		100	250	8.8	4				24	284	99	236	335	0.5	-31				24	48	39	134	173
12.0	5		100	248	8.8	4				28	296	98	234	332	0.5	-31				28	60	38	132	170
12.0	6		100	249	8.8	3				29	279	112	238	350	0.5	-32				29	43	52	136	188

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l).....	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

### COMENTARIOS

-----
-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 38			CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASOS	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dca	UMg	DT						F	AM	Dca	DMg	JT
12.0	1		120	251	8.7	20				36	292	114	220	334	0.4	-15				36	56	54	118	172
12.0	2		120	250	8.7	21				35	320	112	236	348	0.4	-14				35	84	52	134	186
12.0	3		120	250	8.8	19				41	356	120	285	405	0.5	-16				41	120	60	183	243
12.0	4		120	252	8.9	15				48	333	95	284	379	0.6	-20				48	97	35	182	217
12.0	5		120	249	8.8	22				41	351	136	271	407	0.5	-13				41	115	76	169	245
12.0	6		120	251	8.5	18				40	338	120	262	382	0.2	-17				40	102	60	160	220

### CARACTERÍSTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l).....	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

### COMENTARIOS

-----
-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 1

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 37				CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	D <sub>T</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
12.0	1		110	250	8.8	13				25	270	99	215	314	0.5	-22				25	34	39	113	152
12.0	2		110	251	8.7	14				32	280	113	220	333	0.4	-21				32	44	53	118	171
12.0	3		110	251	8.7	15				38	289	115	221	336	0.4	-20				38	53	55	119	174
12.0	4		110	250	8.7	16				35	285	122	209	331	0.4	-19				35	49	62	107	169
12.0	5		110	250	8.8	15				40	281	128	240	368	0.5	-20				40	45	68	138	206
12.0	6		110	250	8.9	16				41	289	129	241	370	0.6	-19				41	53	69	139	208

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	8.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	35	Alcalinidad Total	236
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	200	Dureza de Ca...	60
DQO (mg/l) . . . .	248	Dureza de Mg...	102
CO <sub>2</sub> .....	5	Dureza Total...	162

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.



# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 44				CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
9.5	1		80	180	86	112				8	182	195	158	353	1.3	-13				8	54	65	-50	33
9.5	2		80	190	85	110				12	181	190	162	352	1.2	-15				12	53	58	-26	32
9.5	3		80	180	84	105				10	180	189	150	349	1.1	-20				10	52	57	-58	19
9.5	4		80	180	85	108				15	182	170	151	321	1.2	-17				15	54	58	-57	1
9.5	5		80	180	84	110				5	178	179	149	328	1.1	-15				5	50	47	-59	8
9.5	6		80	180	85	11				10	170	184	160	344	1.2	-14				10	42	52	-28	24

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3
Turbiedad (UNT)...	125
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246
DQO (mg/l) . . . .	300
CO <sub>2</sub> .....	25.5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	128
Dureza de Ca...	132
Dureza de Mg...	188
Dureza Total...	320

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

## RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 45				CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
95	1		90	181	85	110				6	190	176	158	334	1.2	-15				6	62	44	-30	14
95	2		90	180	85	108				8	188	174	162	336	1.2	-17				8	60	42	-26	16
95	3		90	180	85	110				10	180	180	160	340	1.1	-15				10	58	48	-28	20
95	4		90	181	84	115				15	201	184	159	343	1.1	-20				15	73	52	-29	23
95	5		90	181	85	106				14	195	175	158	333	1.2	-19				14	67	43	-30	13
95	6		90	180	86	108				12	210	182	162	344	1.3	-17				12	82	50	-26	24

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l) . . . .	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320

### COMENTARIOS

-----
-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

## RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 46				CONDICIONES FINALES										VARIACION														
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
9.5	1		100	181	84	109				12	191	168	158	326	215	-16				12	63	36	-30	6					
9.5	2		100	180	86	106				10	185	170	162	332	222	-19				10	57	38	-26	12					
9.5	3		100	180	85	118				15	190	165	170	335	205	-17				15	62	33	-18	15					
9.5	4		100	180	84	103				13	201	169	187	356	206	-22				13	73	37	-1	36					
9.5	5		100	181	85	104				12	200	158	183	341	201	-21				12	72	26	-5	21					
9.5	6		100	181	86	105				10	195	162	195	357	207	-20				10	67	30	7	37					

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l) . . . .	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320

### COMENTARIOS

-----
-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 47				CONDICIONES FINALES									VARIACION															
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
95	1		110	180	84	111				13	197	164	160	324	1.1	-14				13	69	32	-58	-26					
95	2		110	180	84	112				14	191	168	152	320	1.1	-13				14	63	36	-36	0					
95	3		110	180	86	110				15	190	170	148	318	1.3	-15				15	62	38	-40	-2					
95	4		110	180	85	108				20	195	172	140	312	1.2	-17				20	67	40	-48	-8					
95	5		110	180	85	114				16	188	165	159	324	1.2	-11				16	60	33	-30	-3					
95	6		110	180	85	113				14	194	165	165	330	1.2	-12				14	66	33	-23	-10					

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3
Turbiedad (UNT)...	125
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246
DQO (mg/l) . . . .	300
CO <sub>2</sub> .....	25.5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	128
Dureza de Ca...	132
Dureza de Mg...	188
Dureza Total...	320

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 48				CONDICIONES FINALES									VARIACION															
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
9.5	1		120	180	85	113				18	194	170	148	318	1.2	-12				18	66	38	-40	-2					
9.5	2		120	180	86	115				22	196	175	150	325	1.3	-10				22	68	43	-38	5					
9.5	3		120	180	87	113				20	198	172	160	352	1.4	-12				20	70	40	-28	12					
9.5	4		120	180	87	114				25	200	176	155	331	1.4	-11				25	72	44	-33	11					
9.5	5		120	181	86	110				24	195	174	160	334	1.3	-15				24	67	42	-28	14					
9.5	6		120	180	85	114				20	190	174	158	332	1.2	-12				20	62	42	-30	12					

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l) . . . . .	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 49				CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASOS	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>6</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.0	1		80	190	84	110				19	220	165	130	195	1.1	-15				19	92	33	-58	-25
10.0	2		80	191	85	108				17	214	162	135	297	1.2	-17				17	86	30	-53	-23
10.0	3		80	190	86	105				22	210	160	140	300	1.3	-20				22	82	28	-48	-20
10.0	4		80	190	86	106				18	220	161	128	289	1.3	-19				18	92	29	-60	-31
10.0	5		80	190	85	105				15	222	165	134	299	1.2	-20				15	94	33	-54	-21
10.0	6		80	190	84	104				16	218	164	136	300	1.1	-21				16	90	32	-52	-20

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	<u>7.3</u>
Turbiedad (UNT)...	<u>125</u>
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	<u>246</u>
DQO (mg/l): . . . .	<u>300</u>
CO <sub>2</sub> .....	<u>25.5</u>

Alcalinidad F...	<u>0</u>
Alcalinidad Total	<u>128</u>
Dureza de Ca...	<u>132</u>
Dureza de Mg...	<u>188</u>
Dureza Total...	<u>320</u>

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 50				CONDICIONES FINALES										VARIACION														
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.0	1		90	190	85	118				19	198	162	142	304	1.2	-7				19	70	30	-46	-16					
10.0	2		90	190	84	115				17	192	160	148	308	1.1	-10				17	64	28	-48	-12					
10.0	3		90	190	84	114				24	190	159	130	289	1.1	-11				24	62	27	-58	-31					
10.0	4		90	190	84	118				22	201	164	120	304	1.1	-7				22	73	32	-68	-36					
10.0	5		90	190	83	122				20	205	168	140	308	1.0	-3				20	77	36	-48	-12					
10.0	6		90	191	83	119				18	200	170	145	315	1.0	-11				18	72	38	-43	-5					

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l) . . . .	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 51				CONDICIONES FINALES										VARIACION									
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>c</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.0	1		100	190	83	102				23	197	158	236	194	1.0	-23				23	59	26	48	74
10.0	2		100	190	83	106				25	198	162	238	200	1.0	-19				25	70	30	50	80
10.0	3		100	191	85	104				30	201	154	240	194	1.2	-21				30	73	22	52	74
10.0	4		100	195	85	103				28	195	156	235	191	1.2	-22				28	67	24	47	71
10.0	5		100	192	86	103				25	196	160	230	190	1.3	-22				25	68	28	42	70
10.0	6		100	192	86	110				26	199	155	240	195	1.3	-15				26	71	23	52	75

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l) . . . .	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320

Quedan estados insaturados o no equilibrados constantes de sales disueltas.

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.



# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 52				CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.0	1		110	195	86	105				28	192	154	124	278	1.3	-20				28	64	22	-64	-42
10.0	2		110	190	85	109				26	193	154	125	279	1.2	-16				26	65	22	-63	-41
10.0	3		110	192	86	110				25	195	152	120	272	1.3	-15				25	67	20	-68	-48
10.0	4		110	195	86	115				23	190	155	120	275	1.3	-10				23	62	23	-68	-45
10.0	5		110	190	87	112				24	191	151	118	269	1.4	-13				24	63	21	-70	-49
10.0	6		110	190	87	109				26	191	157	115	272	1.4	-16				26	63	25	-73	-48

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l) . . . .	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320

### COMENTARIOS

Bajan durezas.	
Suben alcalinidades.	
-----	
-----	
-----	

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 53				CONDICIONES FINALES							VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)							
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.0	1		120	190	87	119				32	212	156	110	266	1.4	-6				31	84	24	-78	-54
10.0	2		120	198	87	120				29	250	154	120	274	1.4	-5				29	82	22	-68	-46
10.0	3		120	198	86	122				28	200	150	114	264	1.3	-3				28	72	18	-74	-56
10.0	4		120	190	85	125				30	208	152	118	270	1.2	0				30	80	20	-70	-50
10.0	5		120	195	86	119				32	205	156	114	270	1.3	-6				32	77	24	-74	-50
10.0	6		120	190	85	115				30	210	158	115	273	1.2	-10				30	82	26	-73	-47

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	<u>7.3</u>
Turbiedad (UNT)...	<u>125</u>
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	<u>246</u>
DQO (mg/l). . . .	<u>300</u>
CO <sub>2</sub> .....	<u>25.5</u>

Alcalinidad F...	<u>0</u>
Alcalinidad Total	<u>128</u>
Dureza de Ca...	<u>132</u>
Dureza de Mg...	<u>188</u>
Dureza Total...	<u>320</u>

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

PH DE PRUEBA	PRUEBA No. 54				CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	No de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.5	1		80	220	85	115				21	198	150	120	270	1.2-10				21	70	18	-68	-50	
10.5	2		80	220	86	114				23	195	148	115	263	1.3-11				23	67	16	-73	-57	
10.5	3		80	220	87	108				20	190	146	110	256	1.4-17				20	62	14	-78	-64	
10.5	4		80	220	87	104				20	196	152	110	262	1.4-21				20	68	20	-78	-58	
10.5	5		80	220	86	107				25	200	149	112	261	1.3-18				25	72	19	-76	-57	
10.5	6		80	220	86	102				24	195	150	114	264	1.3-23				24	67	18	-74	-56	

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l) . . . .	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 55			CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)						
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.5	1		90	219	86	108				22	200	145	102	247	1.3	-17				22	72	13	-86	-73
10.5	2		90	220	86	109				19	198	143	104	247	1.3	-16				19	70	11	-84	-73
10.5	3		90	220	86	98				20	194	144	105	249	1.3	-27				20	66	12	-83	-71
10.5	4		90	220	87	99				22	201	140	110	250	1.4	-26				22	73	8	-78	-70
10.5	5		90	220	87	103				21	199	148	104	252	1.4	-22				21	71	16	-84	-68
10.5	6		90	220	86	97				23	197	142	106	248	1.3	-28				23	69	10	-82	-72

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	<u>7.3</u>
Turbiedad (UNT)...	<u>125</u>
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	<u>246</u>
DQO (mg/l) . . . .	<u>300</u>
CO <sub>2</sub> .....	<u>25.5</u>

Alcalinidad F...	<u>0</u>
Alcalinidad Total	<u>128</u>
Dureza de Ca...	<u>132</u>
Dureza de Mg...	<u>188</u>
Dureza Total...	<u>320</u>

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 56				CONDICIONES FINALES									VARIACION															
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.5	1		100	219	87	40				19	211	156	108	264	1.4	-85				19	83	24	-80	-56					
10.5	2		100	219	87	35				17	210	155	110	265	1.4	-90				17	82	23	78	55					
10.5	3		100	219	88	36				18	224	158	109	267	1.5	-89				18	96	26	-79	-53					
10.5	4		100	219	88	31				20	230	159	104	263	1.5	-94				20	102	27	-84	-57					
10.5	5		100	219	87	22				22	225	154	106	260	1.4	103				22	97	22	-82	-60					
10.5	6		1000	219	86	28				21	230	153	103	256	1.3	-99				21	102	21	-85	-64					

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l).....	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320

-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 57				CONDICIONES FINALES									VARIACION										
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10,5	1		110	220	86	45				20	212	156	109	275	1,3	-80				20	84	24	-79	-55
10,5	2		110	220	86	42				20	212	154	106	260	1,3	-83				20	84	22	-82	-60
10,5	3		110	221	87	39				19	210	156	108	264	1,4	-86				19	82	24	-80	-56
10,5	4		110	221	86	37				18	215	154	114	268	1,3	-88				18	87	22	-74	-52
10,5	5		110	220	87	36				16	215	150	110	260	1,4	-89				16	87	18	-78	-60
10,5	6		110	219	86	38				19	214	152	108	260	1,3	-87				19	86	20	-20	-60

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l) . . . .	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

## RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 58			CONDICIONES FINALES										VARIACION															
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.5	1		120	220	86	56				22	236	148	114	262	1.3	-69				22	108	16	-74	-58					
10.5	2		120	220	86	48				16	245	152	110	262	1.3	-77				16	117	20	-78	-58					
10.5	3		120	220	87	55				15	240	154	110	264	1.4	-70				15	112	22	-78	-56					
10.5	4		120	221	87	51				16	241	148	112	260	1.4	-74				16	113	16	-76	-60					
10.5	5		120	220	87	52				18	248	155	115	270	1.4	-73				18	120	23	-73	-50					
10.5	6		120	220	88	48				20	250	154	116	270	1.5	-77				20	122	22	-72	-50					

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

### COMENTARIOS

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l) . . . .	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 59				CONDICIONES FINALES									VARIACION															
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
108	1		100	245	86	6				23	245	146	110	256	1.3	119				23	117	14	-78	-64					
108	2		100	245	88	5				25	250	148	104	252	1.5	120				25	122	16	-84	-68					
108	3		100	245	87	7				16	240	144	106	250	1.4	118				16	112	12	-82	-70					
108	4		100	241	87	6				20	258	142	110	252	1.4	119				20	110	10	-78	-68					
108	5		100	244	88	8				22	240	140	108	248	1.5	117				22	112	8	-80	-72					
108	6		100	245	89	7				24	240	142	106	248	1.6	118				24	112	10	-82	-72					

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3
Turbiedad (UNT)...	125
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246
DQO (mg/l) . . . .	300
CO <sub>2</sub> .....	25.5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	128
Dureza de Ca...	132
Dureza de Mg...	188
Dureza Total...	320

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.



# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 60			CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Mg CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>0</sub>	DM <sub>0</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>0</sub>	DM <sub>0</sub>	DT
10.8	1		100	245	88	9				16	240	145	108	253	1,5	-116				16	112	13	-80	-67
10.8	2		100	245	88	6				20	252	145	105	250	1,5	-119				20	124	13	-83	-70
10.8	3		100	245	88	8				14	250	146	105	251	1,5	-117				14	122	14	-83	-69
10.8	4		100	245	88	10				16	235	150	106	256	1,5	-115				16	107	18	-80	-64
10.8	5		100	245	87	7				20	245	144	108	252	1,4	-118				20	117	12	-80	-68
10.8	6		100	244	87	5				15	248	146	106	252	1,4	-120				15	120	14	-82	-68

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0	
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128	-----
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132	-----
DQO (mg/l).....	300	Dureza de Mg...	188	-----
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320	-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 61				CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgO	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	DM <sub>g</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	DM <sub>g</sub>	DT
108	1		110	245	8.6	12				16	240	161	109	270	1.3	113				16	112	29	-79	-50
108	2		110	245	8.6	15				14	225	164	110	274	1.3	110				14	97	32	-78	-46
108	3		110	246	8.5	15				15	230	162	106	268	1.2	110				15	102	30	-82	-52
108	4		110	246	8.6	12				16	230	166	104	270	1.3	113				16	102	34	-84	-50
108	5		110	244	8.8	10				18	228	165	108	273	1.5	115				18	100	33	-80	-47
108	6		110	245	8.8	9				19	225	160	110	270	1.5	116				19	97	28	-78	-50

## CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l).....	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320

## COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 62			CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.0	1		80	260	88	43				25	240	160	191	351	1,5	-82				25	112	28	3	31
11.0	2		80	260	89	48				23	250	161	195	356	1,6	-77				23	122	29	7	36
11.0	3		80	260	88	47				15	230	162	198	360	1,5	-78				15	102	30	10	40
11.0	4		80	260	86	45				16	228	164	192	356	1,3	-80				16	100	32	4	36
11.0	5		80	259	84	45				18	225	163	190	353	1,1	-80				18	97	31	2	33
11.0	6		80	260	85	46				22	230	166	194	360	1,2	-79				22	102	34	6	40

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	<u>7.3</u>
Turbiedad (UNT)...	<u>125</u>
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	<u>246</u>
DQO (mg/l) . . . .	<u>300</u>
CO <sub>2</sub> .....	<u>25.5</u>

Alcalinidad F...	<u>0</u>
Alcalinidad Total	<u>128</u>
Dureza de Ca...	<u>132</u>
Dureza de Mg...	<u>188</u>
Dureza Total...	<u>320</u>

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

## RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 63				CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASOS	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Mg CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.0	1		90	260	86	40				24	225	158	102	260	1.3	-85				24	97	26	-86	-60
11.0	2		90	260	85	36				21	210	162	110	272	1.2	-89				21	82	30	-78	-48
11.0	3		90	260	85	38				22	240	160	115	275	1.2	-87				22	112	28	-73	-45
11.0	4		90	261	86	25				20	225	164	110	274	1.3	-100				20	97	32	-78	-46
11.0	5		90	260	86	28				21	230	160	112	272	1.3	-97				21	102	38	-76	-48
11.0	6		90	260	87	30				23	210	156	108	264	1.4	-95				23	82	24	-80	-56

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3
Turbiedad (UNT)...	125
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246
DQO (mg/l) . . . .	300
CO <sub>2</sub> .....	25.5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	128
Dureza de Ca...	132
Dureza de Mg...	188
Dureza Total...	320

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

## RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 64				CONDICIONES FINALES										VARIACION										AUMENTO (+) DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	DM <sub>g</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	DM <sub>g</sub>	DT					
11.0	1		100	260	86	8				26	156	150	108	258	1.3	-117				26	28	18	-80	-62					
11.0	2		100	260	86	6				24	154	142	110	252	1.3	-119				24	26	10	-78	-68					
11.0	3		100	260	87	9				20	160	156	100	256	1.4	-116				20	30	26	-88	-62					
11.0	4		100	261	87	7				30	162	142	104	246	1.4	-118				30	32	10	-84	-74					
11.0	5		100	260	88	6				25	155	138	106	244	1.5	-119				25	27	6	-82	-76					
11.0	6		100	260	87	5				24	154	140	110	250	1.4	-120				24	26	8	-78	-70					

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

### COMENTARIOS

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l) . . . .	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

## RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 65				CONDICIONES FINALES							VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)							
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.0	1		100	260	87	7				25	158	136	130	266	1.4					25	30	4	-58	-54
11.0	2		100	260	87	5				22	162	136	134	270	1.4					22	34	4	-54	-50
11.0	3		100	261	87	6				20	160	134	136	270	1.4					20	32	2	-52	-50
11.0	4		100	261	86	7				22	155	138	128	266	1.3					22	27	6	-60	-54
11.0	5		100	260	88	8				21	160	136	131	267	1.5					21	32	4	-57	-53
11.0	6		100	259	86	9				25	162	140	130	270	1.3					25	34	8	-58	-50

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3
Turbiedad (UNT)...	125
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246
DQO (mg/l) . . . .	300
CO <sub>2</sub> .....	25.5

Alcalinidad F....	0
Alcalinidad Total	128
Dureza de Ca...	132
Dureza de Mg...	188
Dureza Total...	320

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

## RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 66			CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)						
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.0	1		110	260	88	15				24	173	135	140	275	1.5	-110				24	45	3	-48	-45
11.0	2		110	260	89	16				25	181	136	145	281	1.6	-109				25	53	4	-43	-39
11.0	3		110	260	88	14				20	170	136	140	276	1.5	-111				20	42	4	-48	-44
11.0	4		110	260	87	20				22	175	140	145	285	1.4	-105				22	47	8	-43	-36
11.0	5		110	260	87	17				25	172	145	146	291	1.4	-107				25	44	13	-42	-29
11.0	6		110	260	87	17				26	180	140	148	288	1.4	-108				26	52	8	-40	-32

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

### COMENTARIOS

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l) . . . .	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320

-----
-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

## RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 67				CONDICIONES FINALES										VARIACION														
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.0	1		120	260	87	32				18	180	144	180	324	1.4	-93				18	52	12	-8	4					
11.0	2		120	260	88	25				19	174	146	180	326	1.5	-100				19	46	14	-8	6					
11.0	3		120	260	87	35				22	170	148	178	326	1.4	-90				22	42	16	-10	6					
11.0	4		120	260	87	36				21	175	145	170	325	1.4	-89				21	47	15	-18	-3					
11.0	5		120	260	86	31				20	180	144	190	334	1.3	-95				20	52	12	2	14					
11.0	6		120	260	87	29				20	181	146	195	341	1.4	-96				20	53	14	7	21					

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l).....	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320

### COMENTARIOS

-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.



# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 68			CONDICIONES FINALES										VARIACION															
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.5	1		80	290	88	48				32	180	144	118	262	1.5	-77				32	52	12	-70	-58					
11.5	2		80	290	85	36				28	179	141	116	257	1.2	-89				28	51	9	-72	-63					
11.5	3		80	290	86	49				30	178	145	115	260	1.3	-76				30	50	13	-73	-60					
11.5	4		80	291	87	50				34	182	148	115	263	1.4	-75				34	54	16	-73	-57					
11.5	5		80	289	87	55				32	180	146	118	264	1.4	-70				32	52	14	-73	-56					
11.5	6		80	290	88	48				31	175	142	120	262	1.5	-77				31	47	10	-68	-58					

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	7.3
Turbiedad (UNT)...	125
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246
DQO (mg/l).....	300
CO <sub>2</sub> .....	25.5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	128
Dureza de Ca...	132
Dureza de Mg...	188
Dureza Total...	320


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 69				CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.5	1		90	290	87	22				18	174	152	120	272	1.4	-103				18	46	20	-68	-48
11.5	2		90	290	88	28				23	180	148	124	272	1.5	-97				23	52	16	-64	-50
11.5	3		90	290	88	24				22	170	149	126	275	1.5	-101				22	42	17	-62	-45
11.5	4		90	289	86	21				15	175	148	128	276	1.3	-104				15	47	16	-60	-44
11.5	5		90	289	86	20				21	179	150	130	280	1.3	-105				21	51	18	-58	-40
11.5	6		90	290	87	26				20	178	150	126	276	1.4	-99				-20	50	18	-62	-44

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	<u>7.3</u>
Turbiedad (UNT)...	<u>125</u>
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	<u>246</u>
DQO (mg/l). . . .	<u>300</u>
CO <sub>2</sub> .....	<u>25.5</u>

Alcalinidad F... ..	<u>0</u>
Alcalinidad Total ..	<u>128</u>
Dureza de Ca... ..	<u>132</u>
Dureza de Mg... ..	<u>188</u>
Dureza Total... ..	<u>320</u>

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

## RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 70			CONDICIONES FINALES										VARIACION										
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Mg CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.5	1		100	290	88	14				25	184	151	130	281	1.5	111				25	56	19	-58	-39
11.5	2		100	290	86	12				24	185	145	133	278	1.3	113				24	57	13	-55	-42
11.5	3		100	290	85	10				22	180	146	132	278	1.2	115				22	52	14	-56	-42
11.5	4		100	291	84	12				21	182	148	130	278	1.1	113				21	54	16	-58	-42
11.5	5		100	291	84	12				23	185	150	128	278	1.1	113				23	57	18	-60	-42
11.5	6		100	290	84	17				27	179	149	126	275	1.1	108				27	51	17	-62	-45

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	<u>7.3</u>
Turbiedad (UNT)...	<u>125</u>
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	<u>246</u>
DQO (mg/l) . . . .	<u>300</u>
CO <sub>2</sub> .....	<u>25.5</u>

Alcalinidad F...	<u>0</u>
Alcalinidad Total	<u>128</u>
Dureza de Ca...	<u>132</u>
Dureza de Mg...	<u>188</u>
Dureza Total...	<u>320</u>

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 71				CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.5	1		110	290	84	8				21	175	149	140	289	1.1	-177				21	47	17	-48	-31
11.5	2		110	290	85	6				24	180	148	142	290	1.2	-119				24	52	16	-46	-30
11.5	3		110	290	86	10				22	174	146	146	292	1.3	-115				22	46	14	-42	-28
11.5	4		110	290	86	12				28	170	146	142	288	1.3	-113				28	42	14	-46	-32
11.5	5		110	289	85	12				23	176	148	141	289	1.2	-113				23	48	16	-47	-31
11.5	6		110	289	85	11				27	179	147	140	287	1.2	-114				27	51	15	-48	-33

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	<u>7.3</u>
Turbiedad (UNT)...	<u>125</u>
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	<u>246</u>
DQO (mg/l) . . . .	<u>300</u>
CO <sub>2</sub> .....	<u>25.5</u>

Alcalinidad F...	<u>0</u>
Alcalinidad Total	<u>128</u>
Dureza de Ca...	<u>132</u>
Dureza de Mg...	<u>188</u>
Dureza Total...	<u>320</u>

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 72			CONDICIONES FINALES										VARIACION															
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.5	1		120	290	86	8				20	120	154	170	324	1.3	-117				20	52	22	-18	4					
11.5	2		120	291	85	9				23	200	152	185	337	1.2	+116				23	72	20	-3	17					
11.5	3		120	295	85	10				22	190	148	190	338	1.2	-115				22	62	16	2	18					
11.5	4		120	289	86	11				25	195	149	160	309	1.3	-114				25	67	17	-8	-11					
11.5	5		120	288	84	12				27	194	151	168	319	1.1	-113				27	66	19	-20	-1					
11.5	6		120	290	84	10				28	190	150	161	311	1.1	-115				28	62	18	-27	-9					

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l) . . . .	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No: 73			CONDICIONES FINALES										VARIACION															
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
12.0	1		80	310	84	39				21	230	156	200	356	1.1	-86				21	102	24	12	36					
12.0	2		80	310	86	41				25	225	158	214	372	1.3	-84				25	97	26	26	52					
12.0	3		80	310	84	38				18	210	162	210	372	1.1	-87				18	82	30	22	52					
12.0	4		80	310	84	42				20	205	164	200	364	1.1	-83				20	77	32	12	44					
12.0	5		80	309	83	35				15	209	160	204	364	1.0	-90				15	81	28	16	44					
12.0	6		80	309	86	37				25	210	162	200	362	1.3	-88				25	82	30	12	42					

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3
Turbiedad (UNT)...	125
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246
DQO (mg/l) . . . .	300
CO <sub>2</sub> .....	25.5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	128
Dureza de Ca...	132
Dureza de Mg...	188
Dureza Total...	320

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

PH DE PRUEBA	PRUEBA No. 74				CONDICIONES FINALES									VARIACION																				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)												
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
12.0	1		90	311	87	30				17	210	154	206	360	1.4	-95				17	82	22	18	40										
12.0	2		90	310	88	32				16	198	160	204	364	1.5	-93				16	70	28	16	44										
12.0	3		90	310	88	39				14	220	162	203	365	1.5	-86				14	92	30	15	45										
12.0	4		90	311	89	35				20	199	160	205	365	1.6	-90				20	71	28	17	45										
12.0	5		90	310	89	32				18	215	158	201	359	1.6	-93				18	87	26	13	39										
12.0	6		90	310	89	36				15	205	158	200	358	1.6	-89				15	77	26	12	38										

## CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3
Turbiedad (UNT)...	125
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246
DQO (mg/l) . . . .	300
CO <sub>2</sub> .....	25.5

Alcalinidad F...	0
Alcalinidad Total	128
Dureza de Ca...	132
Dureza de Mg...	188
Dureza Total...	320

## COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

## RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No- 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 75			CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASOS	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
12.0	1		100	310	86	8				20	205	156	208	364	1.3	117				20	77	24	20	44
12.0	2		100	310	87	12				21	204	158	199	357	1.4	113				21	76	26	11	37
12.0	3		100	311	85	11				25	200	162	191	353	1.2	114				25	72	30	3	33
12.0	4		100	310	84	10				19	202	163	196	359	1.1	115				19	74	31	8	39
12.0	5		100	311	86	10				21	205	160	200	360	1.3	115				21	77	28	12	40
12.0	6		100	309	85	9				20	211	156	198	354	1.2	116				20	83	24	22	46

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	<u>7.3</u>
Turbiedad (UNT)...	<u>125</u>
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	<u>246</u>
DQO (mg/l).....	<u>300</u>
CO <sub>2</sub> .....	<u>25.5</u>

Alcalinidad F...	<u>0</u>
Alcalinidad Total	<u>128</u>
Dureza de Ca...	<u>132</u>
Dureza de Mg...	<u>188</u>
Dureza Total...	<u>320</u>

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.



# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 76				CONDICIONES FINALES										VARIACION										AUMENTO (+)					DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA												
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT										
12.0	1		110	310	86	12				27	220	158	210	368	1,3	-113				27	92	26	22	48										
12.0	2		110	310	86	15				21	220	160	204	364	1,3	-110				21	92	28	16	44										
12.0	3		110	311	85	11				24	215	158	203	361	1,2	-114				24	87	26	15	41										
12.0	4		110	308	85	12				25	222	161	200	361	1,2	-113				25	94	29	12	41										
12.0	5		110	309	86	10				22	224	160	198	358	1,3	-115				22	96	28	10	38										
12.0	6		110	310	85	11				18	220	162	199	361	1,2	-114				18	92	30	11	41										

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.3	Alcalinidad F...	0
Turbiedad (UNT)...	125	Alcalinidad Total	128
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	246	Dureza de Ca...	132
DQO (mg/l) . . . .	300	Dureza de Mg...	188
CO <sub>2</sub> .....	25.5	Dureza Total...	320

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 2

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 77			CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)						
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Ca	Mg	DT						F	AM	Ca	Mg	DT
12.0	1		120	310	86	42				28	230	158	204	362	1.3	-83				28	102	26	16	42
12.0	2		120	310	85	38				31	238	159	199	358	1.2	-87				31	110	27	11	38
12.0	3		120	311	86	26				23	220	156	194	350	1.3	-99				23	202	24	6	30
12.0	4		120	310	88	29				25	225	162	208	370	1.5	-96				25	97	30	20	50
12.0	5		120	309	87	32				25	231	168	212	380	1.4	-93				25	103	36	24	60
12.0	6		120	310	87	37				30	235	164	211	375	1.4	-88				30	107	32	23	55

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	<u>7.3</u>
Turbiedad (UNT)...	<u>125</u>
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	<u>246</u>
DQO (mg/l) . . . .	<u>300</u>
CO <sub>2</sub> .....	<u>25.5</u>

Alcalinidad F...	<u>0</u>
Alcalinidad Total	<u>128</u>
Dureza de Ca...	<u>132</u>
Dureza de Mg...	<u>188</u>
Dureza Total...	<u>320</u>

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 83			CONDICIONES FINALES										VARIACION									
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.		pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>						Ca(OH) <sub>2</sub>	F	AK	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>						DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>
9.5	1		80	185	86	88				84	286	96	41	137	1,3	-8			84	94	60	17	77
9.5	2		80	186	85	85	150			83	281	94	39	133	1,2	-11	80		83	89	58	15	73
9.5	3		80	186	84	83				85	279	92	38	130	1,1	-13			85	87	56	14	70
9.5	4		80	186	84	83				60	248	97	40	137	1,1	-13			60	56	61	16	77
9.5	5		80	185	85	82	90			39	241	95	42	137	1,2	-14	-120		39	49	59	18	77
9.5	6		80	185	85	85				20	223	98	39	137	1,2	-11			20	31	62	12	74

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l).....	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

### COMENTARIOS

Es posible que el ptl sirva como parámetro de control en la verificación de la completitud de reacción.

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

## RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 84				CONDICIONES FINALES										VARIACION														
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
9.5	1		90	184	85	74				40	270	98	41	139	1,2	-22				40	78	62	17	79					
9.5	2		90	184	87	74				81	285	95	35	130	1,4	-22				81	93	59	11	70					
9.5	3		90	184	86	71	131			82	293	92	40	132	1,3	-25	-99			82	101	56	16	72					
9.5	4		90	185	86	77				44	271	97	36	133	1,3	-19				44	79	61	12	73					
9.5	5		90	185	87	75	120			62	275	83	37	120	1,4	-21	-110			62	83	47	13	60					
9.5	6		90	185	88	74	120			60	271	88	29	117	1,5	-22				60	79	52	5	57					

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4
Turbiedad (UNT)...	96
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230
DQO (mg/l).....	306
CO <sub>2</sub> .....	30.8

Alcalinidad F...	00
Alcalinidad Total	192
Dureza de Ca...	36
Dureza de Mg...	24
Dureza Total...	60

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

## RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 85			CONDICIONES FINALES										VARIACION										
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH:	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
9.5	1		100	186	86	68				81	287	91	30	121	1,3	-28				81	95	55	6	61
9.5	2		100	180	87	70				85	287	94	32	126	1,4	-26				85	95	58	8	66
9.5	3		100	185	86	64	125			82	290	93	35	128	1,3	-32	-105			82	98	57	11	68
9.5	4		100	185	87	68	130			83	285	91	31	122	1,4	-28	-100			83	93	55	6	61
9.5	5		100	184	87	65				82	280	93	29	122	1,4	-31				82	88	57	5	62
9.5	6		100	184	88	69				80	285	95	30	125	1,5	-27				80	93	59	6	65

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	<u>7.4</u>
Turbiedad (UNT)...	<u>96</u>
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	<u>230</u>
DQO (mg/l).....	<u>306</u>
CO <sub>2</sub> .....	<u>30.8</u>

Alcalinidad F...	<u>00</u>
Alcalinidad Total	<u>192</u>
Dureza de Ca...	<u>36</u>
Dureza de Mg...	<u>24</u>
Dureza Total...	<u>60</u>

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 86				CONDICIONES FINALES										VARIACION									
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
9.5	1		110	186	8.6	73				79	280	81	30	111	1.3	-23				79	88	45	6	51
9.5	2		110	185	8.6	71				80	294	93	31	124	1.3	-25				80	102	57	6	63
9.5	3		110	185	8.5	75	149			81	291	94	32	126	1.2	-21	-81			81	99	58	8	66
9.5	4		110	186	8.5	72				78	279	87	28	115	1.2	-24				78	87	51	4	55
9.5	5		110	186	8.6	71	70			81	285	85	33	118	1.3	-25	-160			81	93	49	9	58
9.5	6		110	185	8.7	70				81	293	84	30	114	1.4	-26				81	101	48	6	54

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l) . . . .	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

### COMENTARIOS

-----
-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 87				CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCl <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	J						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
9.5	1		120	186	87	84				83	290	87	26	113	1.4	-12				83	98	51	2	53
9.5	2		120	185	86	81				81	295	91	24	115	1.3	-15				81	103	55	0	55
9.5	3		120	185	86	80				75	287	90	28	118	1.3	-16	-85			75	95	54	4	58
9.5	4		120	186	87	84				72	274	87	27	114	1.4	-12				72	82	51	3	54
9.5	5		120	184	85	83				84	285	86	26	112	1.2	-13				84	93	50	2	52
9.5	6		120	183	84	85				85	293	85	28	113	1.1	-11				85	101	49	4	53

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l) . . . .	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

### COMENTARIOS

Se presenta variación en la turbiedad remante, probablemente a disparidad en los tiempos de toma de muestra y lectura en el nefelómetro Hach.

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 88			CONDICIONES FINALES										VARIACION										
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.0	1		80	190	85	85				40	265	96	28	124	1,2	-13				40	73	60	4	64
10.0	2		80	190	84	81				30	257	97	30	127	1,1	-15				30	65	61	6	67
10.0	3		80	191	85	78	147			25	240	99	32	131	1,2	-18	-83			25	48	63	8	71
10.0	4		80	191	85	87				20	241	95	28	123	1,2	-9				20	49	59	4	63
10.0	5		80	191	86	82	145			18	239	94	29	123	1,3	-10	-85			18	47	58	5	63
10.0	6		80	190	85	85				12	195	91	30	121	1,2	-11				12	3	55	6	61

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4
Turbiedad (UNT)...	96
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230
DQO (mg/l); . . .	306
CO <sub>2</sub> .....	30.8

Alcalinidad F...	00
Alcalinidad Total	192
Dureza de Ca...	36
Dureza de Mg...	24
Dureza Total...	60

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.



# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 89				CONDICIONES FINALES										VARIACION									
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.0	1		90	193	85	68				97	291	100	28	128	1.2	-28				97	99	64	4	68
10.0	2		90	193	86	70				94	290	94	26	120	1.3	-26				94	98	58	2	60
10.0	3		90	191	87	75	140			91	298	98	27	125	1.4	-21	90			91	106	62	3	65
10.0	4		90	192	86	74				94	290	97	28	125	1.3	-22				94	98	61	4	65
10.0	5		90	191	86	77	61			87	297	95	31	126	1.3	-19	-169			87	105	59	6	65
10.0	6		90	190	87	76				95	298	94	32	126	1.4	-20				95	106	58	8	66

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l) . . . .	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 90				CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.0	1		100	191	86	62				88	296	100	26	126	1.3	-34				48	104	64	2	66
10.0	2		100	191	87	63				89	295	98	28	126	1.4	-33				89	103	62	4	66
10.0	3		100	191	88	64	162			90	294	93	29	122	1.5	-32	-68			90	102	57	5	62
10.0	4		100	190	88	65				95	291	101	30	131	1.5	-31				95	99	65	6	71
10.0	5		100	195	89	66	100			94	295	125	25	150	1.6	-30	-130			94	103	89	1	90
10.0	6		100	192	88	65				93	296	118	27	149	1.5	-31				93	104	82	3	85

## CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l).....	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

## COMENTARIOS

hacer correlograma turb. remanente VS. DBO?

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

PH DE PRUEBA	PRUEBA No. 91				CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.0	1		110	192	88	69	60			81	295	97	24	121	1.5	-27	-170			81	103	61	0	61
10.0	2		110	192	86	68				75	298	95	22	117	1.3	-28				75	106	59	-2	57
10.0	3		110	191	85	67				70	295	93	20	119	1.2	-25				70	103	57	2	59
10.0	4		110	195	86	65				84	296	97	27	124	1.3	-31				84	104	61	3	64
10.0	5		110	192	87	64				88	294	96	28	124	1.4	-32				88	102	60	4	64
10.0	6		110	191	88	66				83	298	94	25	119	1.5	-30				83	106	58	1	59

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)....	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l).....	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 92				CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.0	1		120	191	86	75				71	298	93	28	121	1.3	-21				71	106	57	4	61
10.0	2		120	190	89	71				67	294	94	27	121	1.6	-25				67	102	58	3	61
10.0	3		120	195	87	70				70	291	91	25	116	1.4	-26				70	99	55	1	56
10.0	4		120	193	86	74	40			71	291	90	26	116	1.3	-22	-190			71	99	54	2	56
10.0	5		120	191	87	72				69	287	92	28	120	1.4	-24				69	95	56	4	60
10.0	6		120	192	87	72				67	285	91	29	120	1.4	-24				67	93	55	5	60

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	<u>7.4</u>
Turbiedad (UNT)...	<u>96</u>
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	<u>230</u>
DQO (mg/l).....	<u>306</u>
CO <sub>2</sub> .....	<u>30.8</u>

Alcalinidad F...	<u>00</u>
Alcalinidad Total	<u>192</u>
Dureza de Ca...	<u>36</u>
Dureza de Mg...	<u>24</u>
Dureza Total...	<u>60</u>

C O M E N T A R I O S


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 93			CONDICIONES FINALES									VARIACION											
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.		pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)			
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>						Ca(OH) <sub>2</sub>	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>						JT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.5	1		80	220	8.8	70				71	280	92	27	119	1.5	-26				71	88	56	3	59
10.5	2		80	220	8.7	65				69	294	94	28	122	1.4	-31				69	102	58	4	62
10.5	3		80	220	8.8	60	177			60	298	93	26	119	1.5	-36	-53			60	106	57	2	59
10.5	4		80	220	8.9	71				63	295	101	25	126	1.6	-25				63	103	65	1	66
10.5	5		80	221	8.8	62				65	283	97	26	123	1.5	-34				65	91	61	2	63
10.5	6		80	221	8.7	64				68	285	95	27	122	1.4	-32				68	93	59	3	62

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l).....	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 94			CONDICIONES FINALES									VARIACION																
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.		pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)								
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>						Ca(OH) <sub>2</sub>	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>						JT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT					
10.5	1	90	220	87	59			75	280	69	25	94	1.4	-37				75	88	33	1	34							
10.5	2	90	221	86	55			42	291	75	28	103	1.3	-41				42	99	39	4	43							
10.5	3	90	222	8.5	49			18	290	80	26	106	1.2	-47				18	98	44	2	46							
10.5	4	90	219	8.7	61	150		70	279	74	28	102	1.4	-35	-80			70	87	38	4	42							
10.5	5	90	219	8.8	48			60	281	71	29	100	1.5	-48				60	89	35	5	40							
0.0	6	90	220	8.9	45			69	275	73	32	105	1.6	-52				69	83	37	8	45							

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l) . . . .	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

COMENTARIOS

Experimentar a escala planta piloto para establecer modelo del proceso a través de una adecuada investigación de operaciones unitarias.

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 95			CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Mg CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	M	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.5	1		100	220	8.7	49				68	297	83	28	111	1.4	-47				68	105	47	4	51
10.5	2		100	219	8.8	44	55			61	249	81	26	107	1.5	-79	-175			61	67	45	2	47
10.5	3		100	220	8.8	50				55	271	80	25	205	1.5	-46				55	79	44	1	45
10.5	4		100	221	8.7	51				65	280	83	24	107	1.4	-95				65	88	47	0	47
10.5	5		100	219	8.6	49	30			57	270	82	23	105	1.3	-47	-200			57	78	46	-1	45
10.5	6		100	219	8.5	48				30	266	85	25	110	1.2	-48				30	74	49	1	50

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l).....	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

COMENTARIOS

No se presentan ajustes tan uniformes en la desifricación por probables efectos externos (errores de dosificación y/o preparación de los mismos reactivos).

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 96			CONDICIONES FINALES										VARIACION										
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Mg CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Ca	Mg	JT						F	AM	Ca	Mg	DT
10.5	1		110	220	80	60	170			71	286	80	25	105	1.5	-36	-60			71	94	44	1	45
10.5	2		110	219	88	62				48	287	76	29	105	1.5	-34				48	95	40	5	45
10.5	3		110	219	87	65				45	281	75	30	105	1.4	-31				45	89	39	6	45
10.5	4		110	219	85	64	90			30	290	79	28	107	1.2	-32	-140			30	98	43	4	47
10.5	5		110	218	84	62				10	283	81	25	106	1.1	-34				10	91	45	1	46
10.5	6		110	220	86	61				60	288	83	24	107	1.3	-35				60	96	47	0	47

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l) . . . .	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

COMENTARIOS

-----
-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.



# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 97				CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCl <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	DM <sub>g</sub>	JT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	DM <sub>g</sub>	DT
10.5	1		120	220	88	64				65	291	82	26	108	1.5	-32				65	99	46	2	48
10.5	2		120	218	86	61	120			45	285	84	28	112	1.3	-35	-110			45	91	48	4	52
10.5	3		120	219	85	62				30	284	75	26	101	1.2	-34				30	92	39	2	41
10.5	4		120	220	88	58				50	295	76	26	102	1.5	-38				50	103	40	2	42
10.5	5		120	220	86	59	90			42	290	74	25	99	1.3	-37	-140			42	98	38	1	39
10.5	6		120	220	85	62				25	283	81	24	105	1.2	-34				25	91	45	0	45

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l) . . . .	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

-----
-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 98				CONDICIONES FINALES										VARIACION									
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Ca(Cl <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.8	1		80	225	85	32	90			14	216	74	25	99	1.2	-64	-140			14	24	38	1	39
10.8	2		80	225	84	28				20	221	71	24	94	1.1	-68				20	29	35	0	35
10.8	3		80	224	85	25				28	225	68	23	91	1.2	-71				28	33	32	-1	31
10.8	4		80	226	83	34	110			19	209	72	26	98	1.0	-62	-120			19	17	36	2	38
10.8	5		80	225	83	32				15	217	75	25	100	1.0	-64				15	25	39	1	40
10.8	6		80	226	85	37				15	213	73	27	100	1.2	-59				15	21	37	3	40

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l) . . . .	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

COMENTARIOS

-----
-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 99			CONDICIONES FINALES										VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.8	1		90	225	8.5	12				23	232	74	25	99	1.2	-84				23	40	38	1	39
10.8	2		90	225	8.4	12	50			20	230	75	24	99	1.1	-84	-180			20	38	39	0	39
10.8	3		90	224	8.5	8	40			25	227	70	24	94	1.2	-88	-190			25	35	34	0	34
10.8	4		90	226	8.6	11				30	242	70	22	92	1.3	-85				30	50	34	-2	32
10.8	5		90	226	8.8	12	80			68	262	71	27	98	1.5	-84	-150			68	70	35	-3	38
10.8	6		90	225	8.5	10				45	243	80	23	103	1.2	-86				45	51	44	-1	43

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l).....	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 100				CONDICIONES FINALES									VARIACION															
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.8	1		100	227	85	8	67		25	228	74	22	96	1,2	-88	-163			25	36	38	-2	36						
10.8	2		100	228	84	7	16		34	32	75	24	99	1,1	-89	-214			34	-60	39	0	39						
10.8	3		100	225	85	6	50		23	225	82	25	107	1,2	-90	-180			23	33	46	1	47						
10.8	4		100	224	83	8			10	205	78	24	102	1,0	-88				10	13	42	0	42						
10.8	5		100	225	86	7	30		49	248	80	21	101	1,3	-89	-200			49	56	44	-3	41						
10.8	6		100	225	84	7			25	227	78	23	101	1,1	-89				25	35	42	-1	41						

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4
Turbiedad (UNT)...	96
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230
DQO (mg/l).....	306
CO <sub>2</sub> .....	50.8

Alcalinidad F...	00
Alcalinidad Total	192
Dureza de Ca...	36
Dureza de Mg...	24
Dureza Total...	60

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 101				CONDICIONES FINALES									VARIACION										
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)		
										F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>																				
10.8	1		110	225	85	11	40		48	252	80	23	103	1.2	85	180			48	60	44	-1	43	
10.8	2		110	225	84	10	95		45	239	81	25	106	1.1	86	135			45	47	45	1	46	
10.8	3		110	225	85	12			40	238	82	22	104	1.2	84				40	46	46	-2	44	
10.8	4		110	226	83	9			25	242	83	24	107	1.0	87				25	50	47	0	47	
10.8	5		110	226	84	10	105		36	235	82	23	105	1.1	86				36	43	46	-1	45	
10.8	6		110	227	85	9	37		83	285	84	25	109	1.2	193				83	93	48	1	49	

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	7.4
Turbiedad (UNT)...	96
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230
DQO (mg/l).....	306
CO <sub>2</sub> .....	30.8

Alcalinidad F...	00
Alcalinidad Total	192
Dureza de Ca...	36
Dureza de Mg...	24
Dureza Total...	60


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 102			CONDICIONES FINALES									VARIACION											
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.		PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)			
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>						Ca(OH) <sub>2</sub>	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>						JT	F	A <sub>T</sub>	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
10.8	1		120 225	88	19				83	297	84	23	107	1.5	-77				83	105	48	-1	47	
10.8	2		120 226	87	18	145			84	305	83	22	105	1.4	-78	-85			84	113	47	-2	45	
10.8	3		120 226	86	19	110			81	301	83	21	104	1.3	-77	-120			81	109	47	-3	44	
10.8	4		120 225	85	17				83	295	82	21	103	1.2	-79				83	103	46	-3	43	
10.8	5		120 225	87	16	137			80	282	81	22	103	1.4	-80	-93			80	90	45	-2	43	
10.8	6		120 225	88	17				85	303	80	24	104	1.5	-79				85	111	44	0	44	

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

COMENTARIOS

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l) . . . .	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 103				CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Ca	Mg	JT						F	AM	Ca	Mg	DT
11.0	1		80	259	87	35				79	277	84	21	105	1.4	-61				79	85	48	-3	45
11.0	2		80	259	88	38	81			83	285	85	22	107	1.5	-58	-149			83	93	49	-2	47
11.0	3		80	260	88	40				82	294	83	20	103	1.5	-56				82	105	47	-4	43
11.0	4		80	260	89	41	98			76	275	82	21	103	1.6	-55	-132			76	83	46	-3	43
11.0	5		80	258	88	40				75	278	82	23	105	1.5	-56				75	86	46	-1	45
11.0	6		80	259	87	42				81	275	83	21	104	1.4	-54				81	83	47	-3	44

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l) . . . .	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

COMENTARIOS

-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 104				CONDICIONES FINALES										VARIACION									
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.0	1		90	259	87	12	43			75	287	87	21	108	1.4	-84	-187			75	95	51	-3	48
11.0	2		90	259	86	15				79	275	85	22	107	1.3	-81				79	83	49	-2	47
11.0	3		90	259	85	14	67			40	140	85	20	105	1.2	-82	-161			40	-52	49	-4	45
11.0	4		90	259	85	15				38	155	83	23	106	1.2	-81				38	-37	47	-1	46
11.0	5		90	259	84	11	51			25	153	90	24	114	1.1	-85	-179			25	-39	54	0	54
11.0	6		90	259	86	12				82	297	83	21	104	1.3	-84				82	105	47	-3	44

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l) . . . .	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

COMENTARIOS

-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.



# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 105				CONDICIONES FINALES										VARIACION									
	Nº de VASO	DOSIFICACION p. p. m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Mg CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	Al.	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	Dc <sub>o</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.0	1		100	260	85	9				42	281	85	17	102	1.2	-87	210			42	89	49	7	42
11.0	2		100	260	88	10	28			81	295	84	19	103	1.5	-86				81	103	48	-5	43
11.0	3		100	260	85	8				33	289	88	20	108	1.2	-88	195			33	97	52	-4	48
11.0	4		100	259	84	12	22			20	300	87	16	103	1.1	-84				20	108	51	-8	43
11.0	5		100	258	85	6				71	295	87	17	104	1.2	-90	201			71	103	51	-7	44
11.0	6		100	259	86	20				82	290	86	22	108	1.3	-88	193			82	98	50	-2	48

## CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l).....	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

## COMENTARIOS

-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 106				CONDICIONES FINALES										VARIACION									
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	DM <sub>g</sub>	JT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	DM <sub>g</sub>	DT
11.0	1		110	260	86	32	23			90	301	89	20	109	1.3	64				90	109	53	-4	49
11.0	2		110	260	88	31				94	305	91	19	110	1.5	65				94	113	55	-5	50
11.0	3		110	258	85	33	26			26	299	95	21	116	1.2	63				26	107	59	-3	56
11.0	4		110	255	84	34				25	298	90	22	112	1.1	62				25	106	54	-2	52
11.0	5		110	256	85	36				88	299	94	20	114	1.2	61				88	107	58	-4	54
11.0	6		110	256	86	31	28			87	302	91	21	112	1.3	65				87	110	55	-3	52

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4
Turbiedad (UNT)...	96
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230
DQO (mg/l).....	306
CO <sub>2</sub> .....	30.8

Alcalinidad F...	00
Alcalinidad Total	192
Dureza de Ca...	36
Dureza de Mg...	24
Dureza Total...	60

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 107				CONDICIONES FINALES									VARIACION									AUMENTO (+) DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA					
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>o</sub>	DM <sub>g</sub>	JT						F	AM	Dc <sub>o</sub>	DM <sub>g</sub>	DT			
11.0	1		120	259	8.8	41				97	298	99	21	120	1.5	-55				97	106	63	-3	60			
11.0	2		120	251	8.7	49				98	291	98	21	119	1.4	-47				98	99	62	-3	59			
11.0	3		120	257	8.5	50	57			45	298	95	22	117	1.2	-46	-173			45	106	59	-2	57			
11.0	4		120	260	8.6	55	71			94	299	93	23	116	1.3	-41	-159			94	107	57	-1	56			
11.0	5		120	254	8.6	49				95	297	95	22	117	1.3	-47				95	105	59	-2	57			
11.0	6		120	255	8.5	48				97	299	98	20	118	1.2	-48				97	107	62	-4	58			

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4
Turbiedad (UNT)...	96
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230
DQO (mg/l) . . . .	306
CO <sub>2</sub> .....	30.8

Alcalinidad F...	00
Alcalinidad Total	192
Dureza de Ca...	36
Dureza de Mg...	24
Dureza Total...	60

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 108			CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)						
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Mg CO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.5	1		80	285	8.8	48	84			91	291	98	21	119	1.5	-48	-146			91	99	62	-3	59
11.5	2		80	285	8.7	51				97	298	97	23	120	-1.4	-45				97	106	61	-1	60
11.5	3		80	285	8.7	62				96	299	93	21	114	1.4	-34				96	107	57	-3	54
11.5	4		80	285	8.6	61				90	291	93	22	115	1.3	-35				90	99	57	-2	55
11.5	5		80	285	8.8	60	93			94	290	95	22	117	1.5	-36				94	98	59	-2	57
11.5	6		80	285	8.7	59				96	298	96	21	117	1.4	-37				96	106	60	-3	57

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4
Turbiedad (UNT)...	96
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230
DQO (mg/l).....	306
CO <sub>2</sub> .....	30.8

Alcalinidad F...	00
Alcalinidad Total	192
Dureza de Ca...	36
Dureza de Mg...	24
Dureza Total...	60

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 109				CONDICIONES FINALES								VARIACION																
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)		
																									AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)		
11.5	1		90	286	8.7	30				96	290	98	22	120	1.4	-66				96	98	62	-2	60					
11.5	2		90	286	8.8	31	62			95	299	99	24	123	1.5	-65	-168			95	107	63	0	63					
11.5	3		90	286	8.5	35				44	293	95	21	116	1.2	-61				44	101	59	-3	56					
11.5	4		90	285	8.6	32	71			91	293	97	22	119	1.3	-64	159			91	101	61	-2	59					
11.5	5		90	285	8.7	35				92	291	97	24	121	1.4	-61				92	99	61	0	61					
11.5	6		90	285	8.8	31				94	295	96	25	121	1.5	-65				94	103	60	1	61					

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l).....	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

COMENTARIOS

-----
-----
-----
-----
-----
-----

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 110				CONDICIONES FINALES									VARIACION											
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	
11.5	1		100	285	8.8	18				49	296	98	22	120	1.5	-78				49	104	62	-2	60	
11.5	2		100	286	8.6	22				61	299	100	23	123	1.3	-74	-193				61	107	64	-1	63
11.5	3		100	285	8.5	25				57	291	101	25	126	1.2	-71				57	99	65	1	66	
11.5	4		100	285	8.7	24				55	295	99	28	127	1.4	-72				55	103	63	4	67	
11.5	5		100	285	8.8	24				53	293	97	23	120	1.5	-72				53	101	61	-1	60	
11.5	6		100	285	8.8	27				58	294	98	24	122	1.5	-69	+178				58	102	62	0	62

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l) . . . .	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 111				CONDICIONES FINALES									VARIACION															
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH.	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dc <sub>a</sub>	Mg	JT						F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	Dc <sub>a</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
11.5	1		110	285	8.7	44	65		43	290	102	25	127	1.4	-52	165			43	98	66	1	67						
11.5	2		110	284	8.7	45			38	278	100	24	124	1.4	-51				38	86	64	0	64						
11.5	3		110	285	8.8	38			45	293	103	25	128	1.5	-58				45	101	67	1	68						
11.5	4		110	285	8.6	31			47	279	105	28	133	1.3	-65				47	87	69	4	73						
11.5	5		110	284	8.5	28			40	281	101	26	127	1.2	-68				40	99	65	2	67						
11.5	6		110	286	8.4	47			46	280	100	26	126	1.1	-49				46	88	64	2	66						

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4
Turbiedad (UNT)...	96
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230
DQO (mg/l).....	306
CO <sub>2</sub> .....	30.8

Alcalinidad F...	00
Alcalinidad Total	192
Dureza de Ca...	36
Dureza de Mg...	24
Dureza Total...	60

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 112				CONDICIONES FINALES									VARIACION										
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dca	DMg	JT						F	AM	Dca	DMg	DT
11.5	1		120	285	8.7	84				50	290	110	27	137	1.4	-12			50	98	74	3	77	
11.5	2		120	285	8.6	80	60			45	281	104	28	132	1.3	-16	170		45	89	68	4	72	
11.5	3		120	285	8.8	92				61	273	105	31	136	1.5	-4			61	81	69	6	75	
11.5	4		120	286	8.7	71	49			58	280	105	26	131	1.4	-25			58	88	69	2	71	
11.5	5		120	285	8.5	89				55	295	107	25	132	1.2	-7			55	103	71	1	72	
11.5	6		120	288	8.6	86				47	290	109	22	131	1.2	-10			47	98	73	-2	71	

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l).....	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.



# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 113			CONDICIONES FINALES										VARIACION										AUMENTO (+) DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA						
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT				
12.0	1		80	301	8.7	80				14	229	112	26	138	1.4	-16				14	37	76	2	78				
12.0	2		80	302	8.5	81	101			15	233	120	27	147	1.2	-15	-129			15	41	84	3	87				
12.0	3		80	302	8.6	85				21	245	115	28	143	1.3	-13			21	53	79	4	83					
12.0	4		80	302	8.5	80				20	251	114	31	145	1.2	-16			20	59	78	7	85					
12.0	5		80	300	8.6	82	92			12	233	110	29	139	1.3	-14	-138			12	41	74	5	79				
12.0	6		80	300	8.7	85				14	242	109	28	137	1.4	-11			14	50	73	4	77					

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l).....	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 114				CONDICIONES FINALES									VARIACION						AUMENTO (+) DISMINUCION (-)				
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
12.0	1		90	300	8.5	40	90			40	260	120	36	156	1.2	-56	-140			40	68	84	12	96
12.0	2		90	300	8.6	41				41	282	114	38	152	1.3	-55			41	90	78	14	92	
12.0	3		90	300	8.8	42	50			41	263	115	33	148	1.5	-54	-180			41	71	79	9	88
12.0	4		90	300	8.9	40				30	248	132	37	169	1.6	-56			30	56	96	13	109	
12.0	5		90	301	9.0	39				28	279	130	35	165	1.7	-57			28	87	94	11	105	
12.0	6		90	301	9.0	39				31	267	120	31	151	1.7	-57			31	75	84	7	91	

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l) . . . .	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 115			CONDICIONES FINALES										VARIACION															
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	CaCl <sub>2</sub>						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	JT						F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT	F	AM	D <sub>Ca</sub>	D <sub>Mg</sub>	DT
12.0	1		100	300	8.6	14	51				15	221	114	35	149	1.3	-82	-229				15	29	78	11	89			
12.0	2		100	300	8.8	15					17	222	115	33	148	1.5	-81					17	30	79	9	88			
12.0	3		100	301	8.7	14					12	218	110	31	141	1.4	-82					24	26	74	7	81			
12.0	4		100	301	8.7	16	38				24	224	111	29	140	1.4	-80	-192				24	32	75	5	80			
12.0	5		100	302	8.7	13					32	226	112	30	142	1.4	-83					32	34	76	6	82			
12.0	6		100	300	8.5	15	32				29	228	112	29	141	1.2	-81	-198				29	36	76	5	81			

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	<u>7.4</u>	Alcalinidad F...	<u>00</u>
Turbiedad (UNT)...	<u>96</u>	Alcalinidad Total	<u>192</u>
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	<u>230</u>	Dureza de Ca...	<u>36</u>
DQO (mg/l) . . . .	<u>306</u>	Dureza de Mg...	<u>24</u>
CO <sub>2</sub> .....	<u>30.8</u>	Dureza Total...	<u>60</u>

### COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

pH DE PRUEBA	PRUEBA No. 116			CONDICIONES FINALES										VARIACION															
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	AUMENTO (+)		DISMINUCION (-)							
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>						F	AM	Dca	DMg	JT						F	AM	Dca	DMg	JT	F	AM	Dca	DMg	JT
12.0	1		110	300	8.7	20				47	232	121	27	148	1.4	76				47	40	85	3	88					
12.0	2		110	302	8.8	21	40			47	236	120	29	149	1.5	75	190			47	44	84	2	86					
12.0	3		110	300	8.9	22				48	225	115	30	145	1.6	74				48	33	79	6	85					
12.0	4		110	300	8.7	20	38			45	248	117	27	144	1.4	76				45	56	81	3	84					
	5																												
	6																												

CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l) . . . .	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

COMENTARIOS


(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

# RESULTADOS PRUEBAS DE CLARIFICACION

MUESTRA No. 3

PH DE PRUEBA	PRUEBA No. 117			CONDICIONES FINALES									VARIACION					AUMENTO (+) DISMINUCION (-)					
	Nº de VASO	DOSIFICACION p.p.m.		PH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA			pH	TURBIEDAD	DBO <sub>5</sub>	DQO	CO <sub>2</sub>	ALCALINIDAD		DUREZA		
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>						Ca(OH) <sub>2</sub>	F	AM	Dc <sub>d</sub>	DM <sub>g</sub>						DT	F	AM	Dc <sub>d</sub>	DM <sub>g</sub>
12.0	1		120	300	8.8	79	80		49	261	125	31	156	1.5	-17	-150			49	68	89	7	96
12.0	2		120	303	8.9	75	65		50	258	128	30	158	1.6	-21	-165			50	66	92	6	98
12.0	3		120	302	8.7	76			52	256	120	32	152	1.4	-20				52	64	84	8	92
12.0	4		120	305	8.5	81	74		49	256	119	28	147	1.2	-15	-156			49	64	83	4	87
12.0	5		120	300	8.6	80			48	254	114	29	143	1.3	-16				48	62	78	5	83
12.0	6		120	300	8.7	79			47	255	121	31	152	1.4	-17				47	63	85	7	92

### CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA (\*)

pH (US) .....	7.4	Alcalinidad F...	00
Turbiedad (UNT)...	96	Alcalinidad Total	192
DBO <sub>5</sub> (mg/l).....	230	Dureza de Ca...	36
DQO (mg/l) . . . .	306	Dureza de Mg...	24
CO <sub>2</sub> .....	30.8	Dureza Total...	60

### COMENTARIOS

Parece que se tiene capacidad buffer por la variación de dosis para lograr cierto P.H.

(\*) Expresadas como CaCO<sub>3</sub> excepto las indicadas.

ANALISIS DE RESULTADOS

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 1

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca1				
1	8.3	50			25.6	1.03		
2	8.3	60			24.3	1.20		
3	8.3	70			12.2	6.3		
4	8.3	80			20.2	3.06		
5	8.3	90			23.0	2.06		
							20.39	0.9334

TURBIEDAD INICIAL

EC= :

y

ANALISIS DE RESULTADOS

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- Turbiedad Remanente -

MUESTRA Nº 2

Nº DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal				
39	7.3	50			114.8	2.7		
40	7.3	60			99.5	6.3		
41	7.3	70			22.8	6.8		
42	7.3	80			14.6	4.4		
43	7.3	90			114.0	2.3		
							53.38	0.9358

ANALISIS DE RESULTADOS

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
 - Turbiedad Remanente -

MUESTRA Nº 3

Nº DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca1				
78	7.4	50			82.6	1.75		
79	7.4	60			84.6	1.5		
80	7.4	70			12.5	1.6		
81	7.4	80			28.8	7.8		
82	7.4	90			79.2	9.4		
							45.7	0.9614



ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.4

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 1

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal				
6	9,5		80	110,3	36,6	3,2		
7	9,5		90		37,2	1,4		
8	9,5		100	107,6	49,1	9,4		
9	9,5		110	112,3	49,0	5,3		
10	9,5		120	109,5	46,3	3,0		
							43,29	0,9176

TURBIEDAD INICIAL

$$Y = 34,7 + 0,002X - 0,1202X^2$$

ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.5

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 1

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal				
11	10.0		80	125	37.6	2.9		
12	10.0		90	125.8	44.1	3.9		
13	10.0		100	131.8	40.5	1.9		
14	10.0		110	132.1	42.0	4.5		
15	10.0		120	136.1	37.6	2.2		
							40.28	0.9057

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.5A

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA Nº 1

Nº DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal				
16	10.5		80	148.8	34.3	2.2		
17	10.5		90	150.0	34.6	1.5		
18	10.5		100	149.8	32.6	2.6		
19	10.5		110	149.8	38.2	2.3		
20	10.5		120	150.2	42.8	3.4		
							33.42	0.8542

TURBIEDAD INICIAL

$$0.03X + 0.091X^2$$

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.6

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -MUESTRA N° 1

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC, AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal				
21	10.8		100	169.5	34.3	1.6		
22	10.8		100	171.2	32.3	1.8		
23	10.8		100	170.5	32.0	2.1		
							32.85	-0.6254

TURBIEDAD INICIAL: 35

$$Y=35.0-0.0010X+0.0857X^2$$

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.7

## PRUEBAS DE CLARIFICACION

- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 1

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal				
24	11.0		80	190.0	18.8	2.4		
25	11.0		90	193.3	10.3	2.3		
26	11.0		100	195.2	6.3	1.5		
27	11.0		100	195.5	5.6	0.8		
28	11.0		110	195.3	5.3	0.5		
29	11.0		120	195.3	4.2	0.7		
							7.31	0.8510

TURBIEDAD INICIAL: 2.0

$$Y = 35.24 - 0.0005X - 0.2185X^2$$

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.8

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 1

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca1				
30	11.5		80	214.0	14.5	1.0		
31	11.5		90	211.2	10.5	1.4		
32	11.5		100	210.5	5.8	1.3		
33	11.5		110	213.3	6.0	0.6		
							8.53	0.6970

TURBIEDAD INICIAL: 25 UNT

$$Y=35.04-0.0002X-0.251X^2$$

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.9

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 1

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal				
34	12.0		80	249.8	9.8	1.5		
35	12.0		90	250.3	7.5	1.0		
36	12.0		100	249.8	3.8	0.75		
37	12.0		110	250.3	14.8	1.2		
38	12.0		120	250.5	19.2	2.5		
							9,54	0.7989

TURBIEDAD INICIAL: 35 UNT

$$Y = 35,21 + 0,005X - 0,7881X^2$$

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.10

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 2

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca1				
44	9.5		80	180.0	109.0	2.5		
45	9.5		90	180.5	107.8	2.0		
46	9.5		100	180.5	105.8	2.3		
47	9.5		110	180.0	111.3	1.7		
48	9.5		120	180.1	113.1	1.7		
							109,37	0,9938

TURBIEDAD RESIDUALES

$$Y=125.9+0.0029X-0.45X^2$$



ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.11

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 2

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC, AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal				
49	10		80	190,3	106,3	2,2		
50	10		90	190,2	117,6	2,9		
51	10		100	194,6	104,6	2,9		
52	10		110	192,0	110,0	3,3		
53	10		120	194,3	120,0	3,3		
							111,53	0,9926

TURBIEDAD INICIAL:

2

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.12

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 2

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC, AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal				
54	10.5		80	220.0	108.3	5.2		
55	10.5		90	219.8	102.3	5.2		
56	10.5		100	219.0	32.6	6.4		
57	10.5		110	220.2	39.5	3.4		
58	10.5		120	220.2	51.6	3.4		
							59.35	0.9243

TURBIEDAD INICIAL: 125 UNT

$$Y=131.99+0.0022X-0.8639Y^2$$

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.13

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 2

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC, AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca1				
59	10.8		100	244.2	6.5	1.0		
60	10.8		100	244.8	7.5	1.9		
61	10.8		110	245.2	12.2	2.5		
							8.41	0.3284

TURBIEDAD INICIAL:

125 UNT

$$Y=125+0.015X-2.725X^2$$

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.14

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 2

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca1				
62	11		80	259.8	45.7	1.8		
63	11		90	260.2	32.8	6		
64	11		100	260.2	6.8	1.5		
65	11		100	260.2	7.0	1.4		
66	11		110	260.0	16.6	2.2		
67	11		120	260.0	31.3	4.0		
							18.26	0.8904

TURBIDIDAD PERSISTENTE

525 110

$$Y = 126.13 + 0.007X - 1.746X^2$$

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.15

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA Nº 2

Nº DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca1				
68	11.5		80	290.0	47.7	6.3		
69	11.5		90	289.7	23.5	3.1		
70	11.5		100	290.3	12.8	2.4		
71	11.5		110	289.7	9.8	2.4		
72	11.5		120	290.5	10.0	1.4		
							16.97	0.8239

TURB. INICIAL: 10.000

$$v=125.55+0.0021x-1.26x^2$$

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.16

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 2

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC, AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	CaI				
73	12		80	307,7	38,6	2,6		
74	12		90	310,3	34,0	3,3		
75	12		100	310,2	10,0	1,4		
76	12		110	309,7	11,8	1,7		
77	12		120	310,0	34	6,0		
							22,01	0,8500

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.17

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 5

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC, AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal				
83	9.5		80	185.5	84.3	2.1		
84	9.5		90	184.5	74.1	1.9		
85	9.5		100	185.0	67.3	2.3		
86	9.5		110	185.5	72	1.8		
87	9.5		120	184.8	82.8	1.9		
							75.82	0.9791

96 UNT

$$Y=96.52+0.0021X-0.4193X$$

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.18

PRUEBAS DE CLARIFICACIÓN  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° \_\_\_\_\_

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca1				
88	10		80	190.5	83.3	3.4		
89	10		90	191.7	73.3	3.6		
90	10		100	191.7	64.1	1.5		
91	10		110	192.2	66.5	1.9		
92	10		120	192.0	72.3	1.9		
						71.6	0.9713	

TURBIEDAD RESIDUA: 86 U.S.

FORM. 2. 3X-0. 2487X<sup>2</sup>



ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.19

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca1				
93	10.5		80	220.3	65.3	4.4		
94	10.5		90	220.2	52.8	6.5		
95	10.5		100	219.7	49.3	1.0		
96	10.5		110	219.2	62.3	1.9		
97	10.5		120	219.5	61.0	2.2		
							57.82	0.9504

TURBIEDAD REMANENTE

33+0.0043X-0.8251X<sup>2</sup>

ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.20

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
 - Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca				
98	10.8		80	225.2	31.3	4.3		
99	10.8		90	225.2	10.8	1.6		
100	10.8		100	225.7	7.1	0.7		
101	10.8		110	225.7	10.1	1.2		
102	10.8		120	225.3	17.6	1.2		
						8.99	0.8113	

TURBIEDAD INICIAL: 96 NTU

Y-06 54-0 0050X 1 4127v2

ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.21

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal				
103	11		80	259.2	39.3	2.5		
104	11		90	259	13.1	1.7		
105	11		100	259.3	8.8	2		
106	11		110	257.5	32.8	1.9		
107	11		120	256.0	48.6	4.5		
							23.54	0.8653

TURBIEDAD

$35.97 - 0.012X - 1.901 X^2$

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.22

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal				
108	11.5		80	285.0	56.8	5.8		
109	11.5		90	285.5	32.3	2.2		
110	11.5		100	285.2	23.3	3.1		
111	11.5		110	284.8	38.8	7.9		
112	11.5		120	285.7	83.6	7.5		
							49.39	0.9193

TURBIEDAD INICIAL

DEBIDO

$$Y = 0.0748 + 0.0028X - 1.8157X^2$$

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.23

PRUEBAS DE CLARIFICACION  
- Turbiedad Remanente -

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca				
113	12		80	301,2	81,8	1,9		
114	12		90	300,3	40,2	1,2		
115	12		100	300,7	14,5	1,0		
116	12		110	301,5	21,2	1,6		
117	12		120	301,7	78,3	2,3		
						37,99	0,9029	

TURBIEDAD INSTANTANEA

96 UNT

$$Y=98,27+ 0,0049X-1,018X^2$$

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.23. A

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO -

MUESTRA N° 5

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESI DUAL	% REMO VIDO	DESVIACION CON RESPEC,AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal					
78	7.4	50	-		112	51.3			
78	7.4	50			130	43.5			
79	7.4	60			133	42.2			
79	7.4	60			138	40.0			
80	7.4	70			87	62.2			
80	7.4	70			93	59.6			
80	7.4	70			80	65.2			

D.B.O. Inicial: ...

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.23 A

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO -

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESIDUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal					
80	7.4	70			85	63.0			
81	7.4	80			120	47.1			
81	7.4	80			128	44.3			
82	7.4	90			146	36.5			
82	7.4	90			150	34.8			
				suma	1402	589.7			
				promed	116.8	49.1			

D.B.O. Inicial: 230 mg/l

ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.24 -

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO -

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESI DUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg.	Cal					
83	9.5		80	185.0	150	35			
83	9.5		80	185.0	90	61			
84	9.5		90	184	131	43			
85	9.5		100	185	125	46			
85	9.5		100	185	130	43			
86	9.5		110	185	149	35			
86	9.5		110	186	70	70			

D.B.O. Inicial: 230 mg/l

continúa



ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.24

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO -

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESIDUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal					
87	9,5		120	185	145	37			
88	10		80	191	147	36			
89	10		90	191	140	39			
89	10		90	191	61	73			
90	10		100	191	162	30			
90	10		100	195	100	57			
91	10		110	192	60	74			

D.B.O. Inicial: 230 mg/l

pasan

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.24

## PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO -

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESI DUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC,AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	CaI					
92	10		120	193	40	83			
93	10.5		80	220	177	23			
94	10.5		90	219	150	35			
95	10.5		100	219	55	76			
95	10.5		100	219	30	87			
96	10.5		110	220	170	26			
96	10.5		110	219	90	61			

D.B.O. Inicial:

230 mg/L

pasan

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.24

## PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO -

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESIDUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal					
97	10.5		120	218	120	48			
97	10.5		120	220	90	61			
98	10.8		80	225	90	61			
98	10.8		80	226	110	52			
99	10.8		90	225	50	78			
99	10.8		90	224	40	83			
99	10.8		90	226	80	65			

D.B.O. Inicial: 230 mg/l

cont.

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.24

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO -

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESIDUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC, AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal					
100	10.8		100	227	67	71			
100	10.8		100	228	84	64			
100	10.8		100	225	50	78			
100	10.8		100	225	30	87			
101	10.8		110	225	40	83			
101	10.8		110	225	95	59			
101	10.8		110	226	105	54			

D.B.O. Inicial: 230 mg/l

cont.

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.24

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO -

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESI- DUAL	% REMO- VIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal					
101	10.8		110	227	37	84			
102	10.8		120	226	145	37			
102	10.8		120	226	110	52			
102	10.8		120	225	137	41			
103	11		80	259	81	65			
103	11		80	260	98	57			
104	11		90	259	43	81			

D.B.O. Inicial: 230 mg/l

pasan

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.24

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO -

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESI. DUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca1					
104	11		90	259	69	70			
104	11		90	259	51	78			
105	11		100	256	28	88			
105	11		100	259	22	90			
105	11		100	259	20	91			
106	11		110	260	23	90			
106	11		110	258	26	89			

D.B.O. Inicial: 230 mg/l

pasan

## ANÁLISIS DE RESULTADOS.

TABLA 5.24

## PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO -

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESI- DUAL	% REMO- VIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca1					
106	11		110	256	28	88			
107	11		120	257	57	75			
107	11		120	260	71	69			
108	11.5		80	285	84	64			
108	11.5		80	285	93	60			
109	11.5		90	286	62	74			
109	11.5		90	285	71	69			

D.B.O. Inicial:

230 mg/l

pasan

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.24

## PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO -

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESIDUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca1					
110	11.5		100	286	37	84			
110	11.5		100	285	41	82			
110	11.5		100	285	52	77			
111	11.5		110	295	65	72			
111	11.5		110	286	74	68			
112	11.5		120	285	60	74			
112	11.5		120	286	49	79			

D.B.O. Inicial: 230 mg/l

pasan



ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.24

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO -

MUESTRA Nº 3

Nº DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESIDUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal					
113	120		80	302	101	56			
113	12		80	300	92	60			
114	12		90	300	90	41			
114	12		90	300	50	78			
115	12		100	300	51	78			
115	12		100	301	38	84			
115	12		100	300	32	86			

D.B.O. Inicial: 330 /1

pasan

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.24

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO -

MUESTRA Nº 3

Nº DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESIDUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca					
116	12		110	302	40	83			
116	12		110	302	38	84			
117	12		120	303	80	65			
117	12		120	302	65	72			
117	12		120	305	74	68			
ECUACIONES OBTENIDAS:							$Y=90.9712 + 0.00403X - 0.6641X^2$	cuando: Y=% de remoción X=dosis de MgCO <sub>3</sub>	
							$Y=245.96+0.014X-3.08X^2$	cuando; Y=DBO <sub>5</sub> remanente en mg/l X=dosis de MgCO <sub>3</sub>	

D.B.O. Inicial: 230 mg/l

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.25

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO - (CLASIFICADO SEGUN DOSIS DE CARBONATO)

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESI DUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC, AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal					
83	9.5		80		150	35			
83	9.5		80		90	61			
88	10		80		147	36			
93	10.5		80		177	23			
98	10.8		80		90	61			
98	10.8		80		110	52			
98	10.8		80		110	52			

ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.25

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO -

MUESTRA N° 3 #

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESIDUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal					
103	11.0		80		93	57			
108	11.5		80		84	64			
108	11.5		80		93	60			
113	12.0		80		101	56			
113	12.0		80		92	60			
				SUMA	1515	630			
				PROMED.	109.4	59.55			

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.26

## PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO (CLASIFICADO SEGUN DOSIS DE CARBONATO)

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESIDUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal					
84	9.5		90		131	43			
89	10		90		140	39			
89	10		90		61	73			
94	10.5		90		150	35			
99	10.8		90		50	78			
99	10.8		90		40	85			
99	10.8		90		80	65			

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.26

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO - (CLASIFICADO SEGUN DOSIS DE CARBONATO)

MUESTRA Nº 3

Nº DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESIDUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca					
104	11		90		43	81			
104	11		90		69	70			
104	11		90		51	78			
109	11.5		90		62	73			
109	11.5		90		71	69			
114	12		90		90	41			
114	12		90		90	41			

sumas prom. 77.7 64.7

230mg/l

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.27

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO - (CLASIFICADO SEGUN DOSIS DE CARBONATO)

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESIDUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca1					
85	9.5		100		125	46			
85	9.5		100		130	43			
90	10		100		162	30			
90	10		100		100	57			
95	10.5		100		55	76			
95	10.5		100		30	87			
100	10.8		100		67	71			

230mg/l

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.27

## PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO - (CLASIFICADO SEGUN DOSIS DE CARBONATO)

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESIDUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal					
100	10.8		100		84	64			
100	10.8		100		50	78			
100	10.8		100		30	87			
105	11		100		28	88			
105	11		100		22	90			
105	11		100		20	91			
110	11.5		100		37	84			



ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.27

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO - (CLASIFICADO SEGUN DOSIS DE CARBONATO)

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESI DUAL	% REMO VIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal					
110	11.5		100		41	82			
110	11.5		100		52	77			
115	12		100		51	78			
115	12		100		38	84			
115	12		100		32	86			
				suma	1154	1399			
				promed	60.73	73.63			

ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.28

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO - (CLASIFICADO SEGUN DOSIS DE CARBONATO)

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESI DUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal					
86	9,5		110		149	35			
86	9,5		110		70	70			
91	10		110		60	74			
6	10,5		110		90	61			
101	10,8		110		40	83			
101	10,8		110		95	59			
101	10,8		110		105	54			

D.B.O. Inicial: 230 mg/l.

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.28

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO - (CLASIFICADO SEGUN DOSIS DE CARBONATO)

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESI DUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC, AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca					
101	10.8		110		37	84			
106	11		110		23	90			
106	11		110		26	89			
106	11		110		28	88			
111	11.5		110		65	72			
111	11.5		110		74	68			
116	12		110		40	83			

D.B.O. Inicial: 230 mg/l

ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.28

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO - (CLASIFICADO SEGUN DOSIS DE CARBONATO)

MUESTRA Nº 3

Nº DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESIDUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal					
116	12		110		38	84			
				SUMA	940	1.094			
				PROMED	62,67	72,93			

D.B.O. Inicial: 230, mg/l.

ANALISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.29

PRUEBAS DE CLARIFICACION

- Turbiedad Remanente - (CLASIFICADO SEGUN DOSIS DE CARBONATO)

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			PROMEDIO ARITMETICO	DESVIACION CON RESPEC, AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Ca1				
87	9.5		120		145 - 37			
92	10		120		40 - 83			
97	10.5		120		120 - 48			
97	10.5		120		90 - 61			
102	10.8		120		145 - 37			
102	10.8		120		110 - 52			
102	10.8		120		137 - 41			

COEFICIENTE DE CORRELACION: 230 mg/l

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 5.29

## PRUEBAS DE CLARIFICACION

- D.B.O. : % REMOVIDO - (CLASIFICADO SEGUN DOSIS DE CARBONATO)

MUESTRA N° 3

N° DE PRUEBA	pH	DOSIFICACION			RESIDUAL	% REMOVIDO	DESVIACION CON RESPEC. AL PROM.	MEDIA GEOMETRICA	COEFICIENTE DE CORRELACION
		Al	Mg	Cal					
107	11		120		57	75			
107	11		120		71	69			
112	11,5		120		60	74			
112	11,5		120		49	79			
117	12		120		80	65			
117	12		120		65	72			
117	12		120		74	68			

SUM. 1187 688  
 PROMED 88,78 61,50

MUESTRA No. 1

U.N.T.

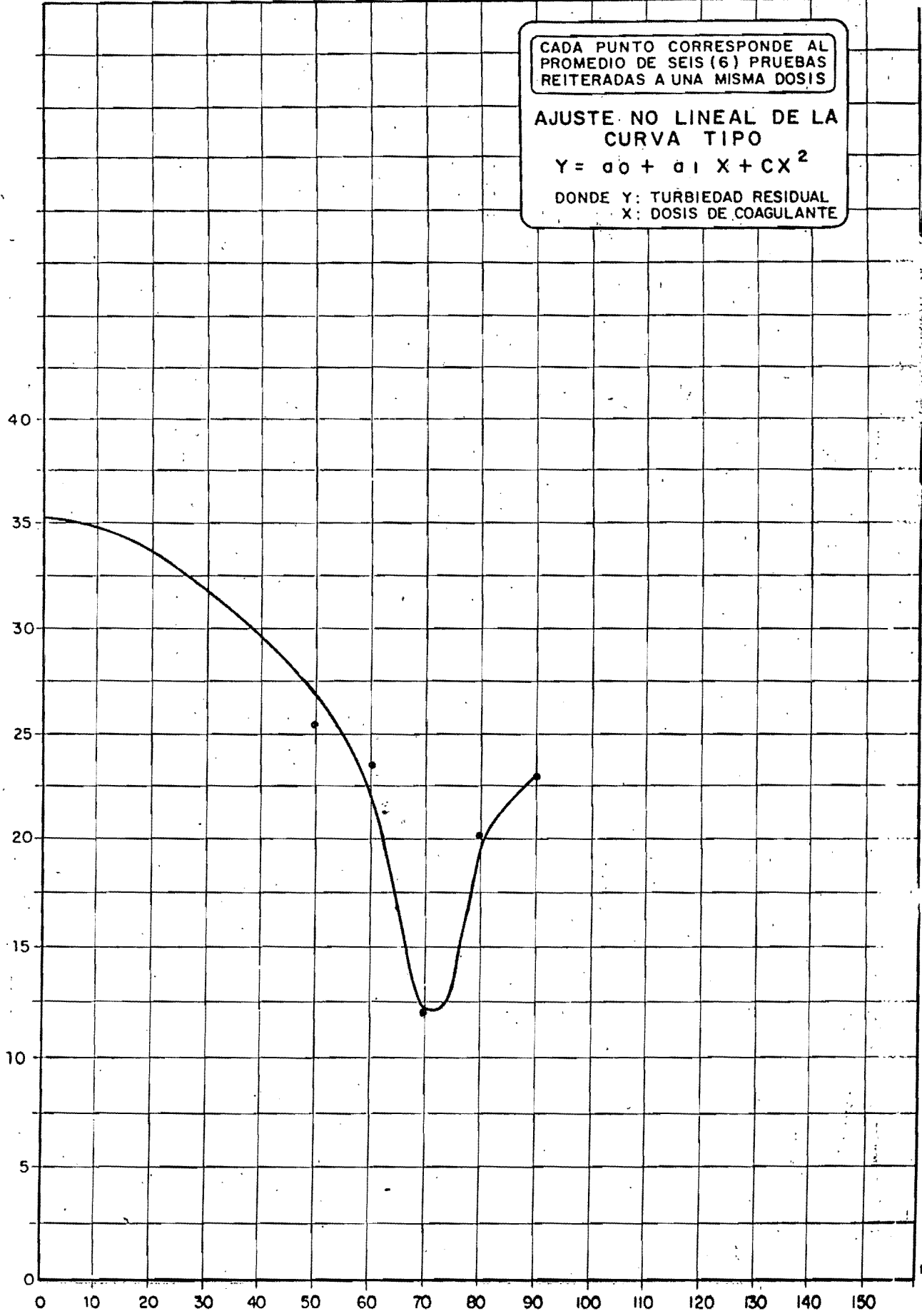
CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL



mg/l

DOSIS SULFATO

FIGURA No. 5

MUESTRA No. 2

U.N.T.

CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL

140

120

100

80

60

40

20

0

0

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

110

120

130

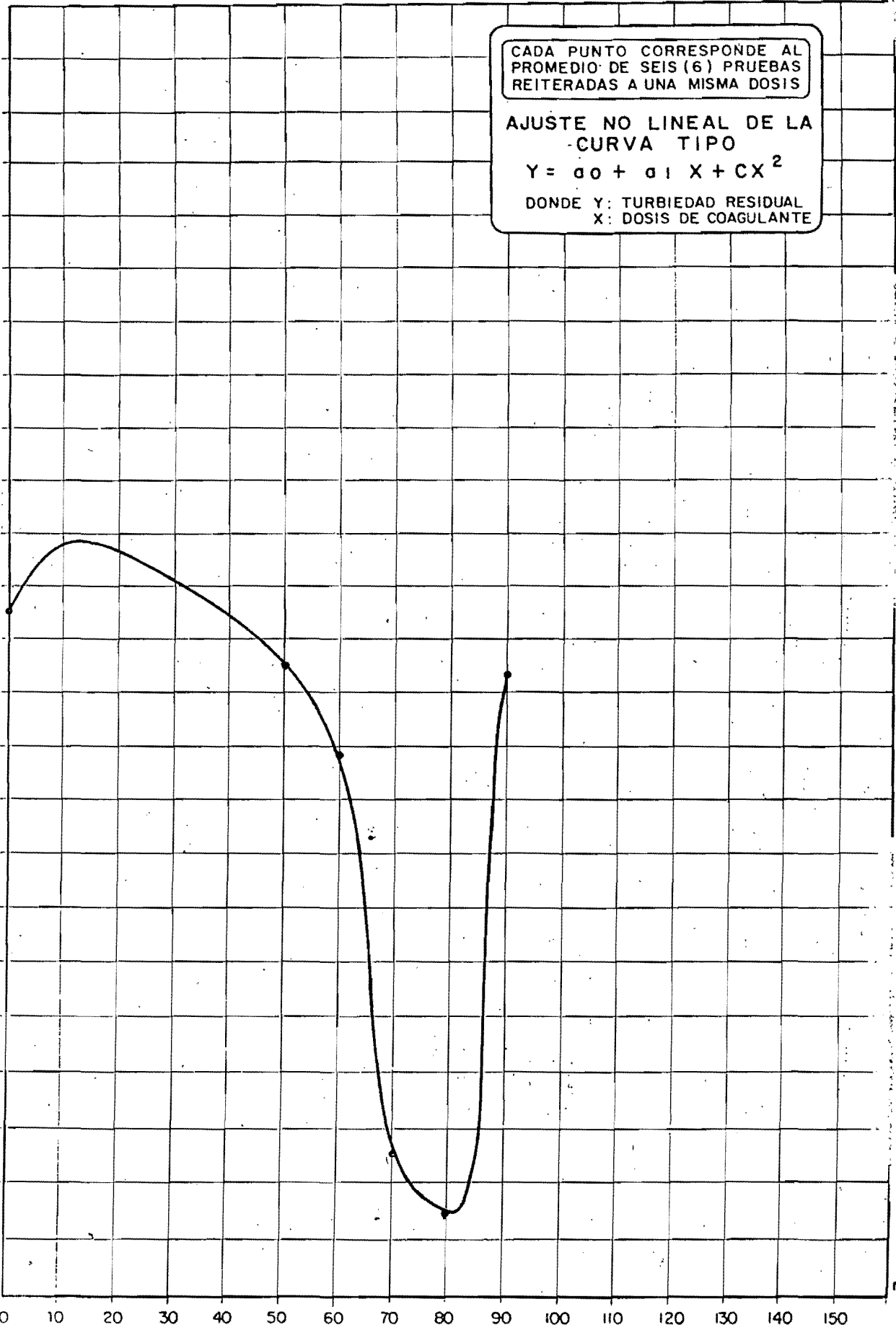
140

150

DOSIS SULFATO

mg/l

FIGURA No. 5.2

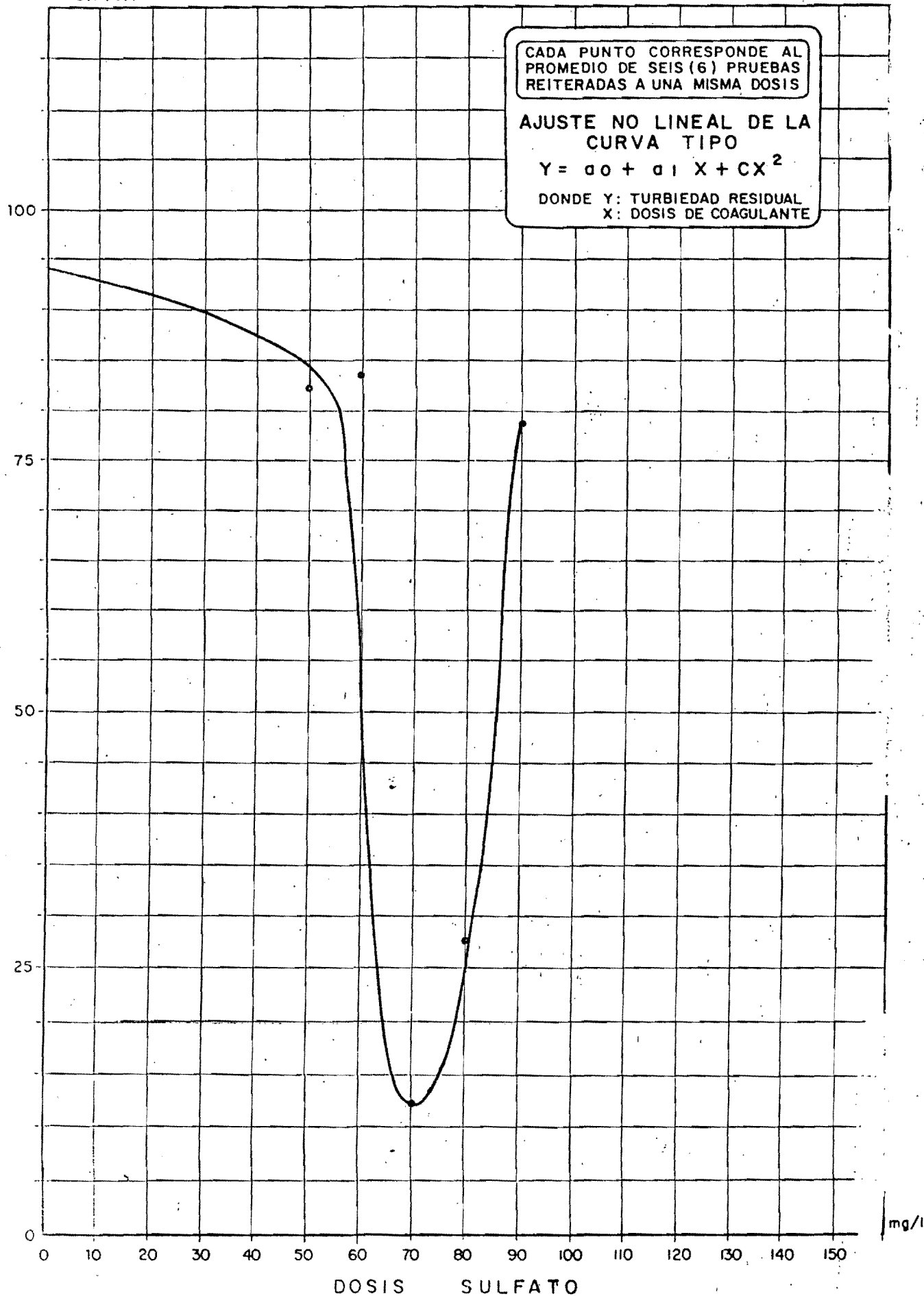




MUESTRA No.3

U.N.T.

TURBIEDAD RESIDUAL



DOSIS SULFATO

FIGURA No. 5.

MUESTRA No. 1

U.N.T.

CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL

TURBIEDAD RESIDUAL

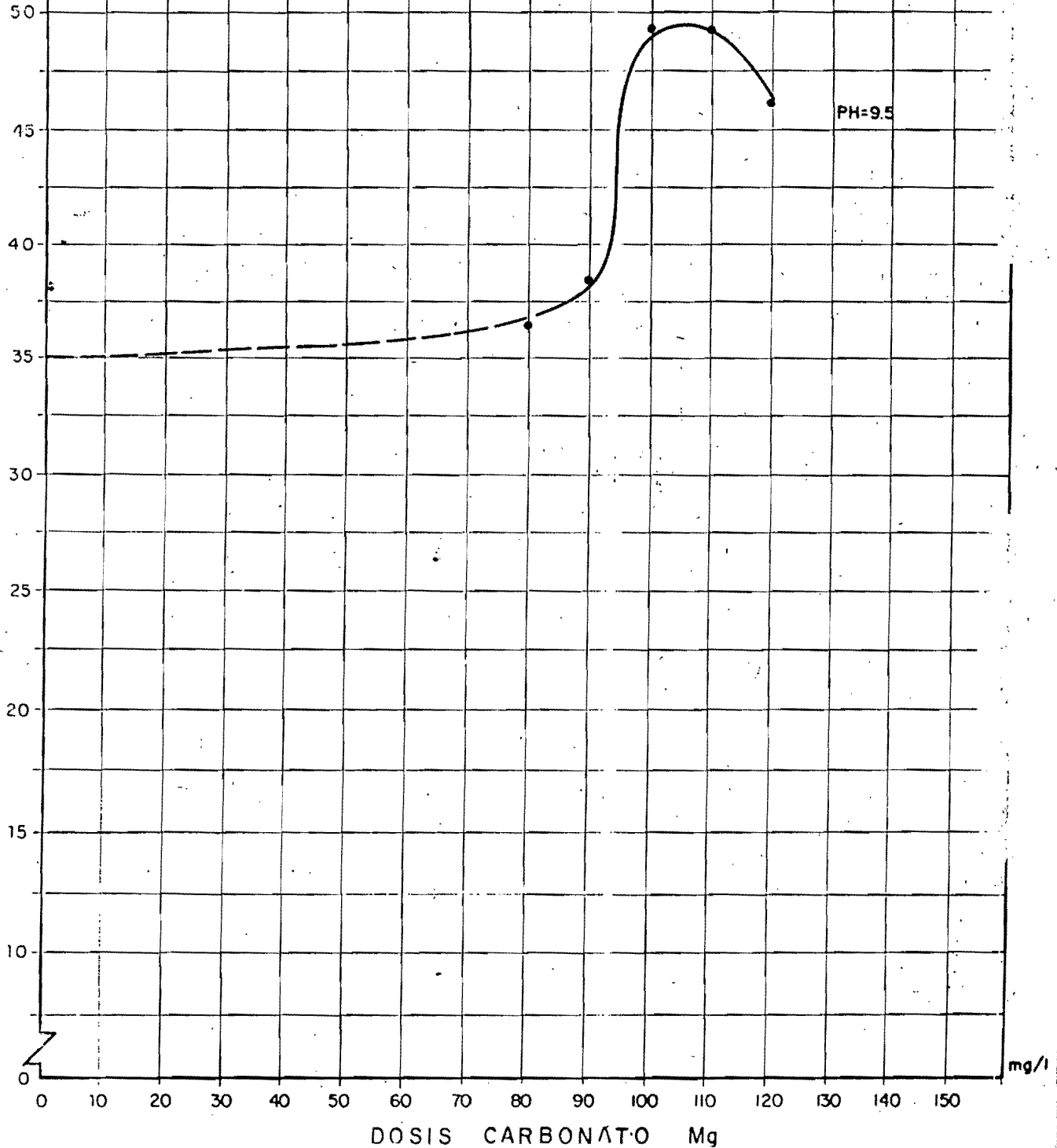


FIGURA No. 5.

# MUESTRA No. 1

U.N.T.

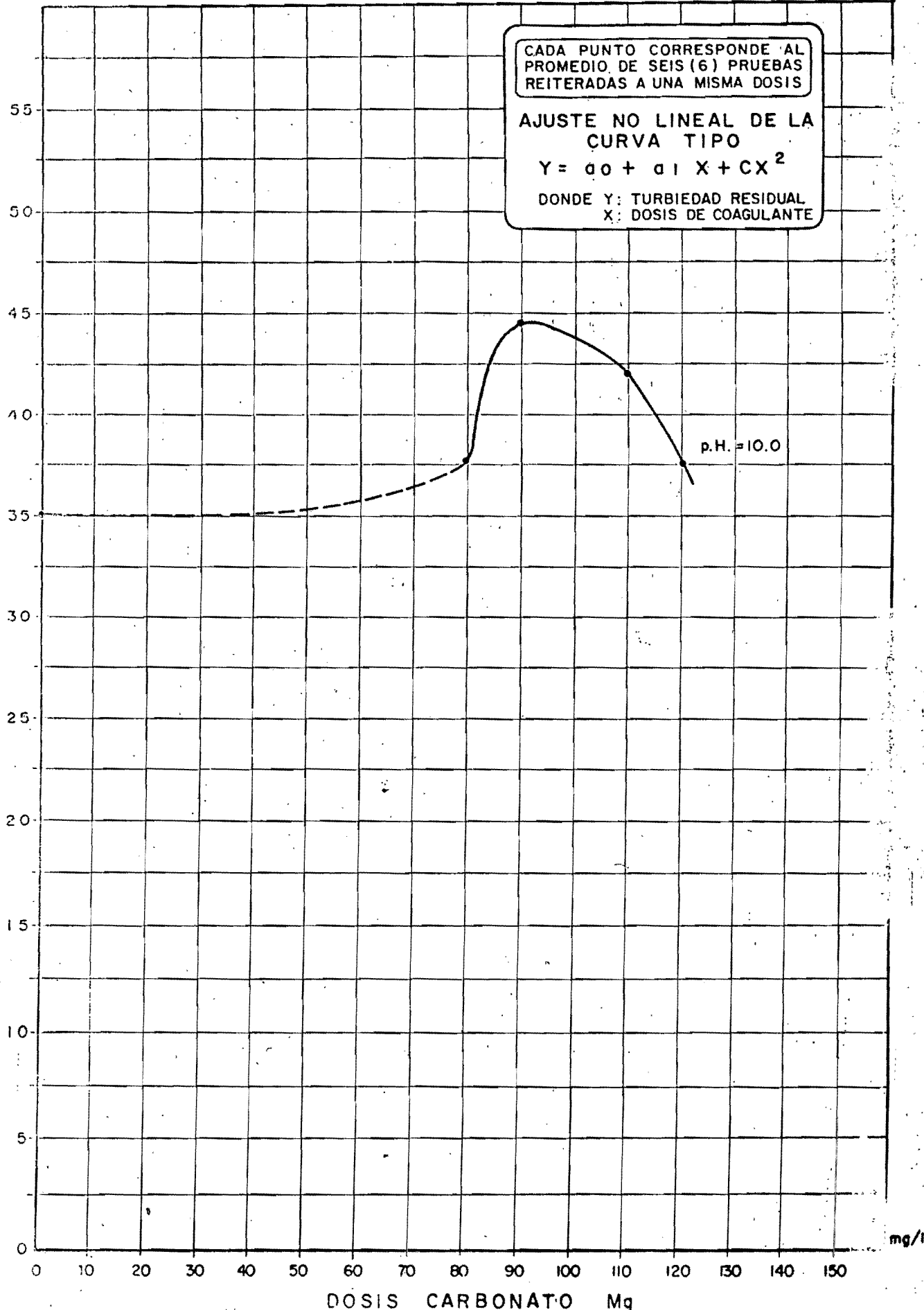
TURBIEDAD RESIDUAL

CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE



DOSIS CARBONATO Mg

FIGURA No. 5

# MUESTRA No. 1

U.N.T.

CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

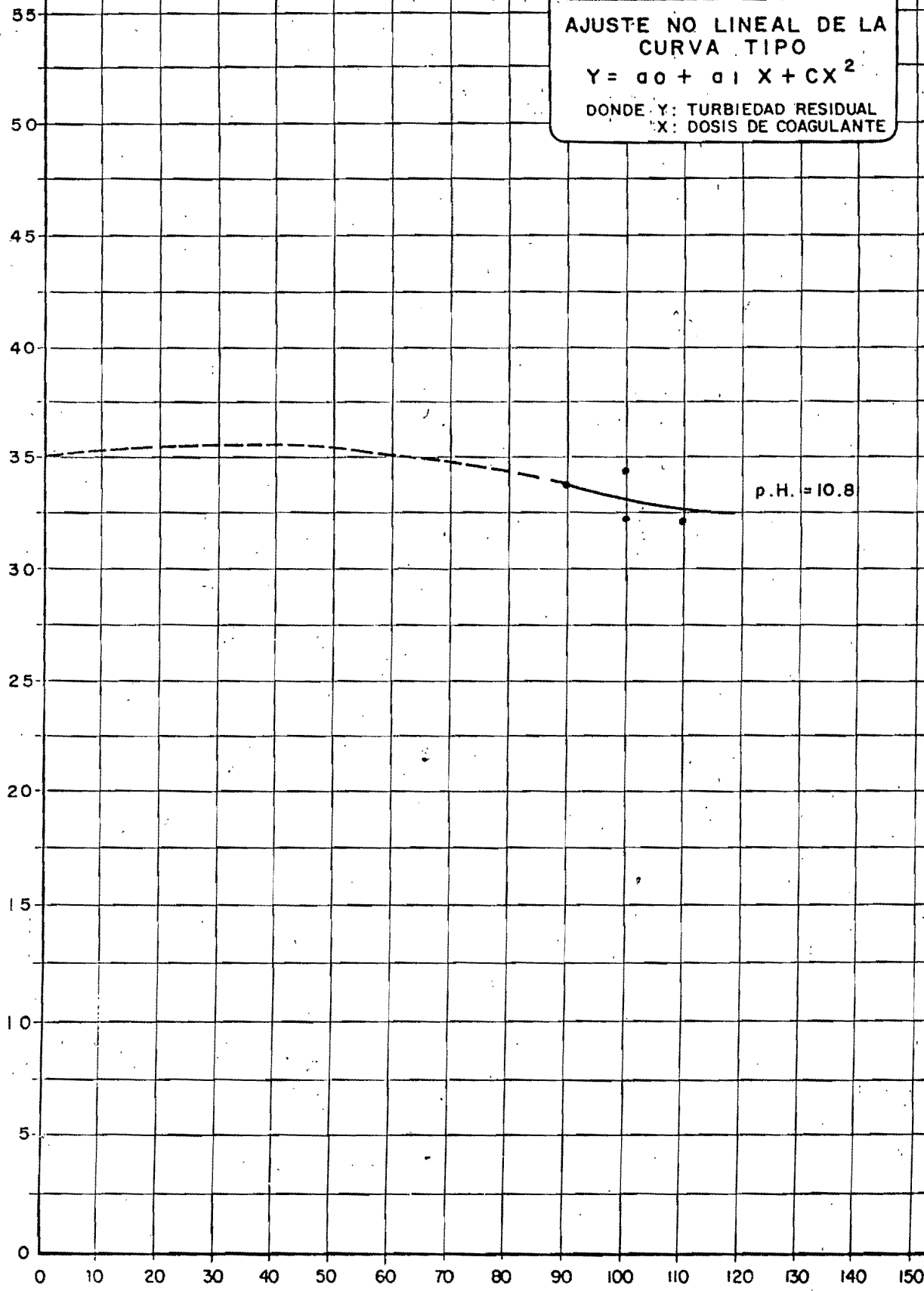
AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL

X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL



p.H. = 10.8

DOSIS CARBONATO Mg

mg/l

FIGURA No. 5

MUESTRA No. 1

U.N.T.

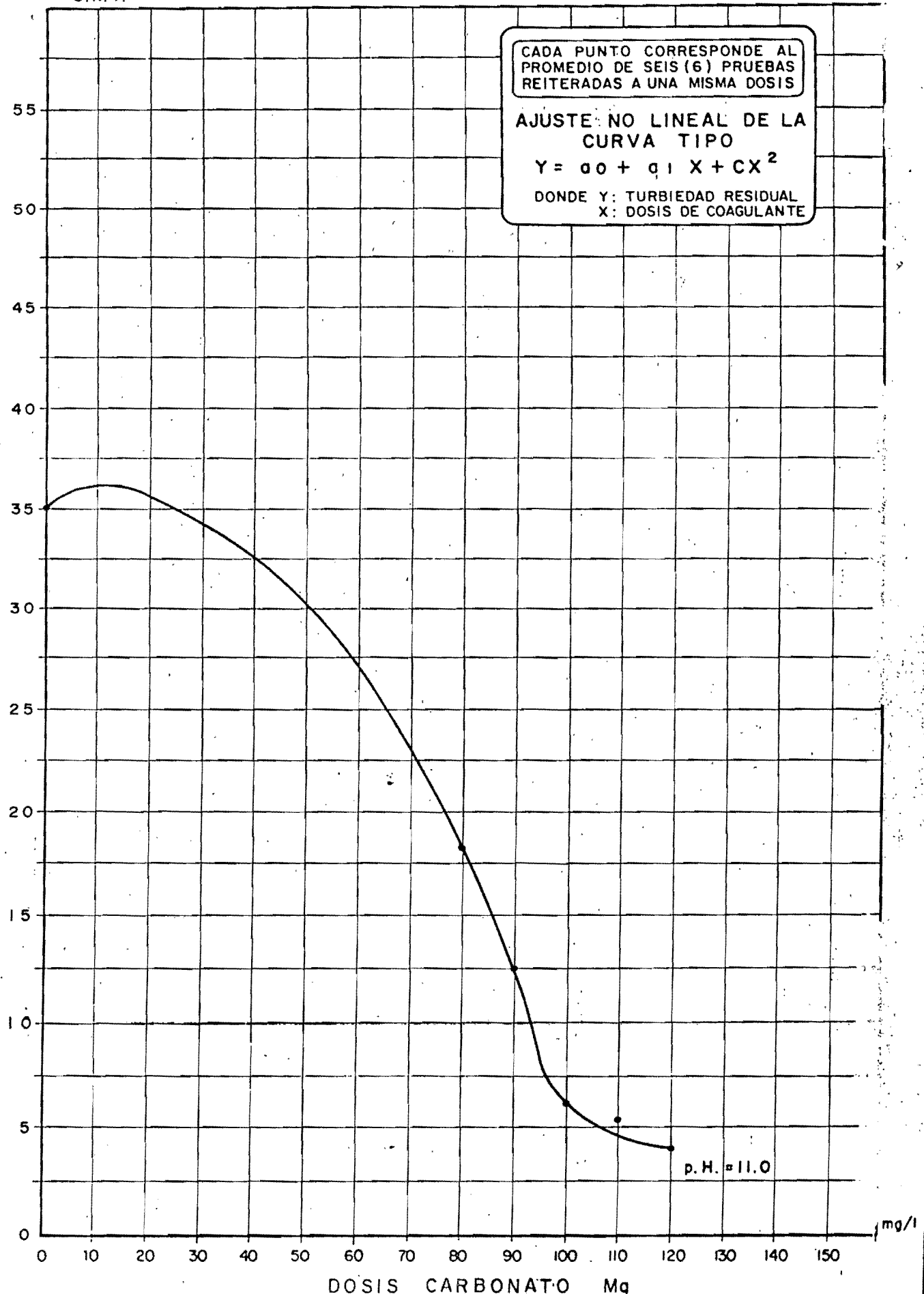
TURBIEDAD RESIDUAL

CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE



p. H. = 11.0

DOSIS CARBONATO Mg

FIGURA No. 5.7

MUESTRA No. 1

U.N.T.

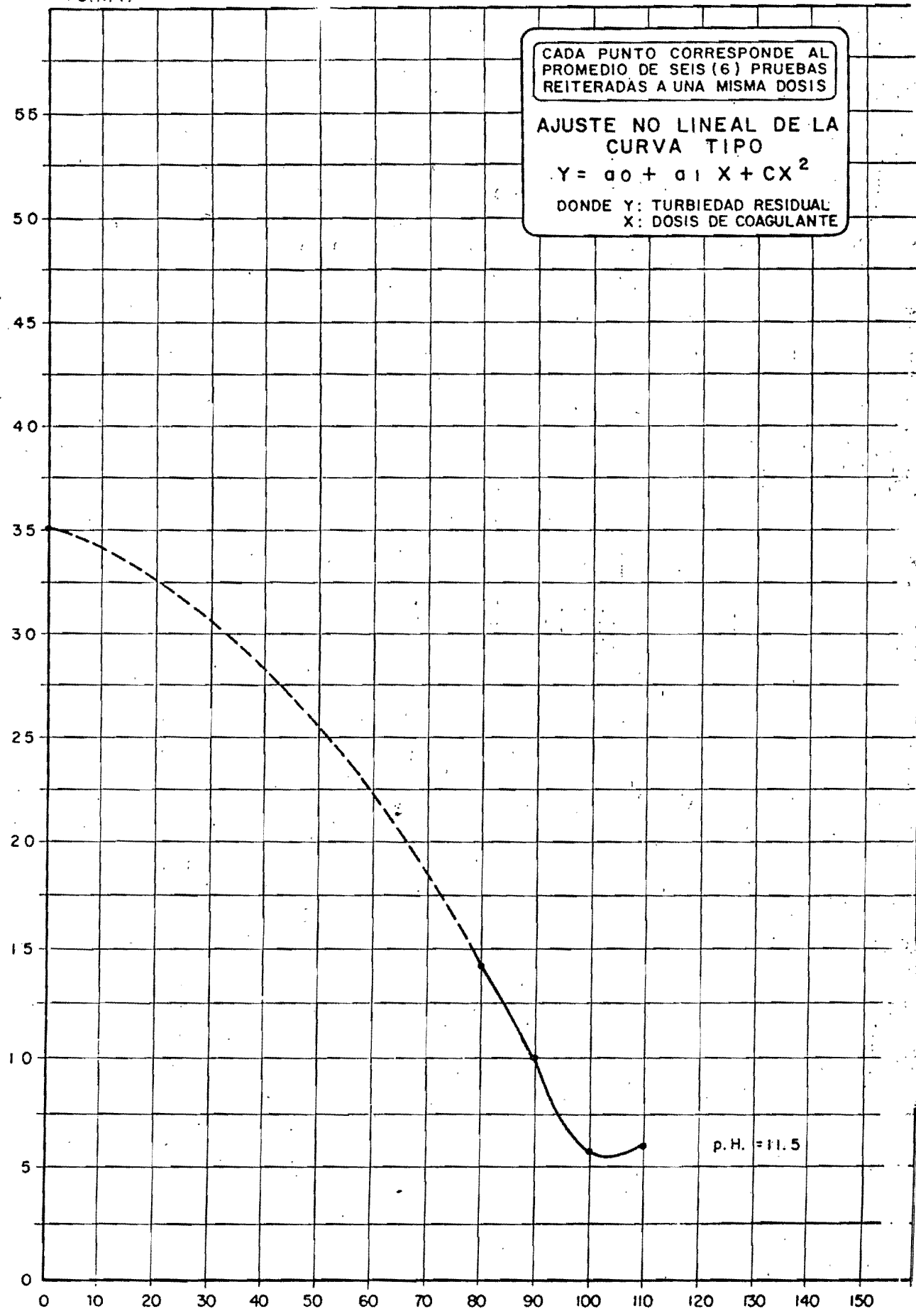
CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + CX^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL



mg/l

DOSIS CARBONATO Mg

FIGURA No. 5.8

# MUESTRA No. 1

U.N.T.

CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL

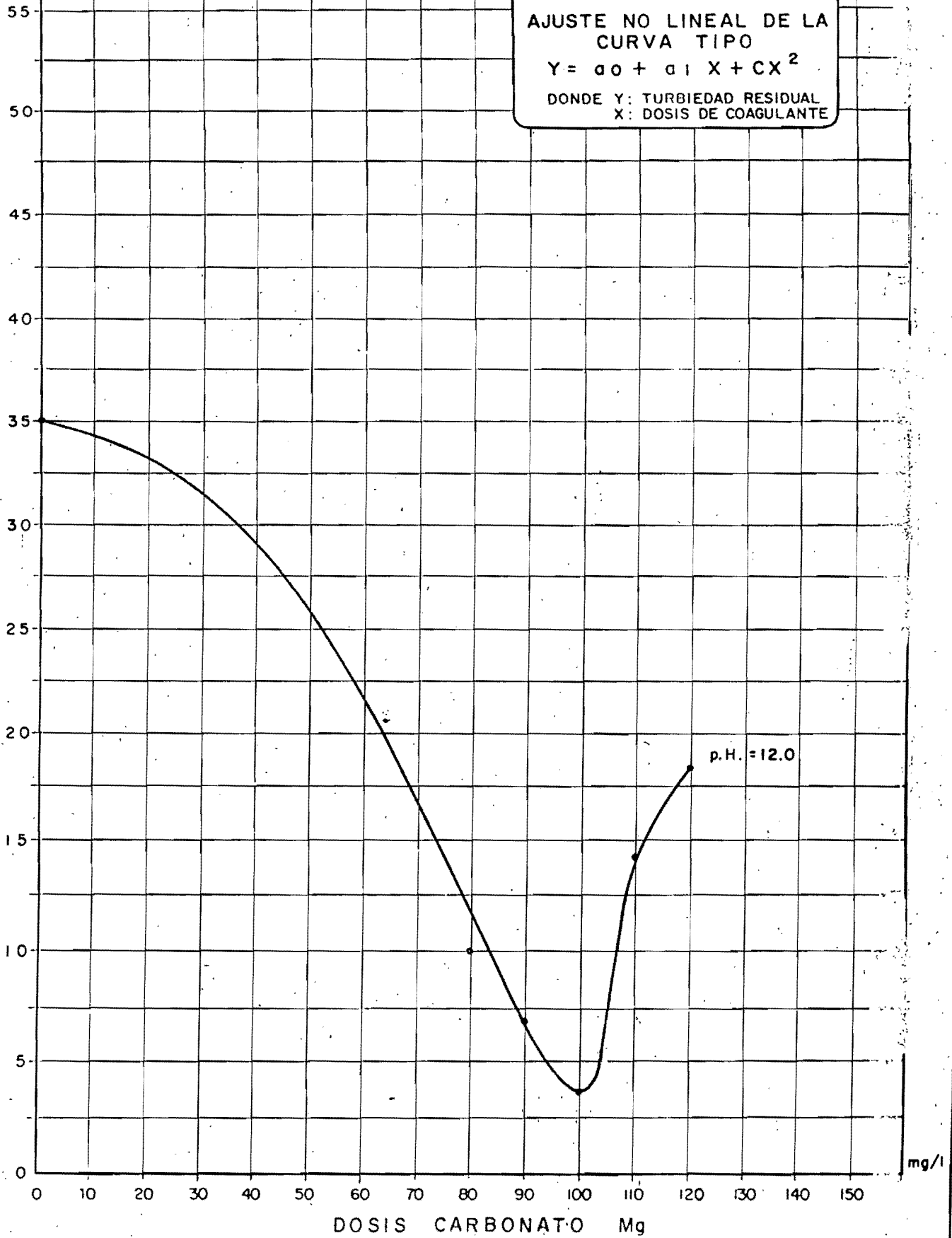


FIGURA No. 5.9

U.N.T.

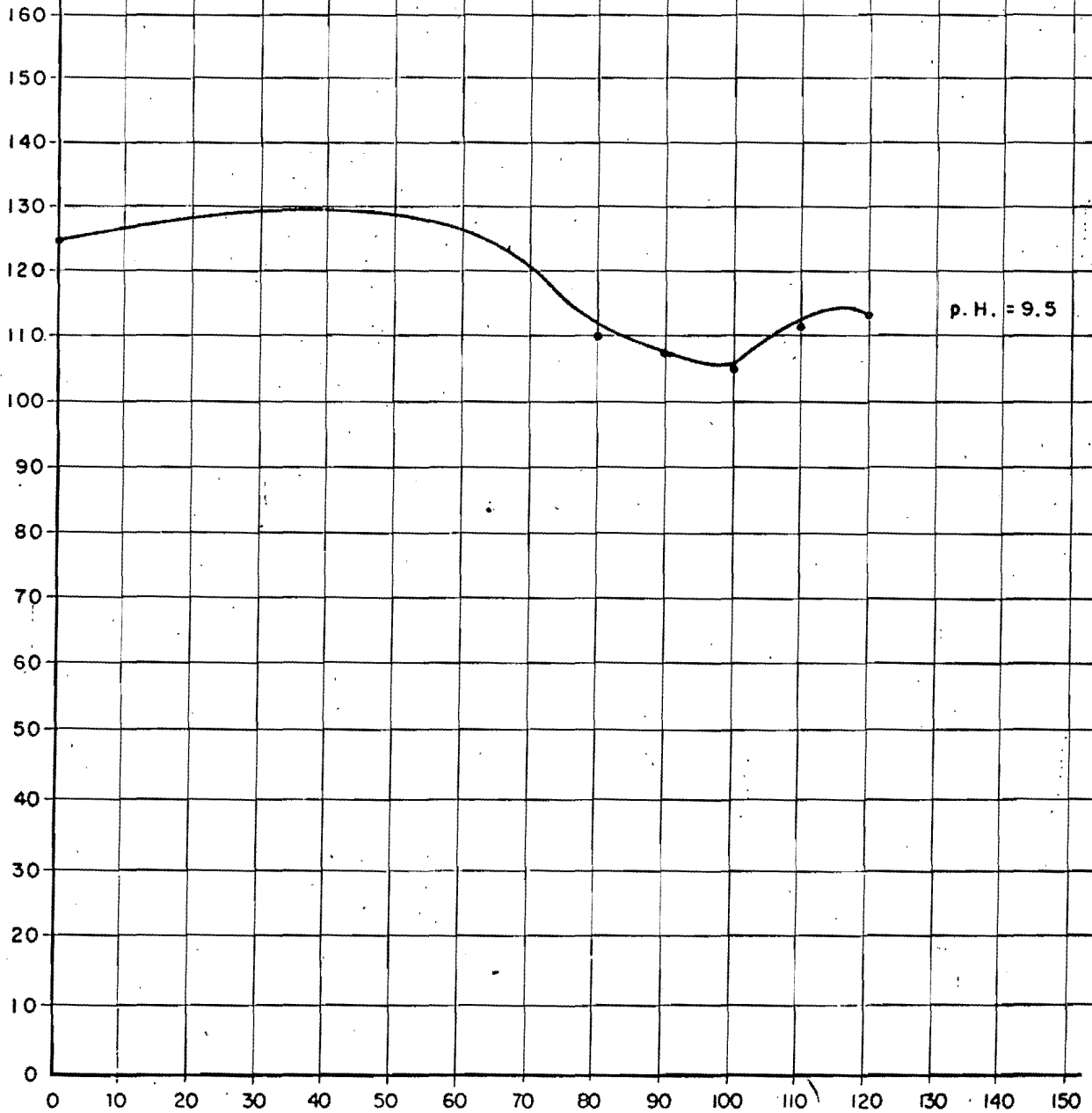
CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + CX^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL



p. H. = 9.5

DOSIS CARBONATO Mg

FIGURA No. 5



MUESTRA No. 2

U.N.T.

CADA PUNTO CORRESPONDE AL  
PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS  
REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA  
CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + CX^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL

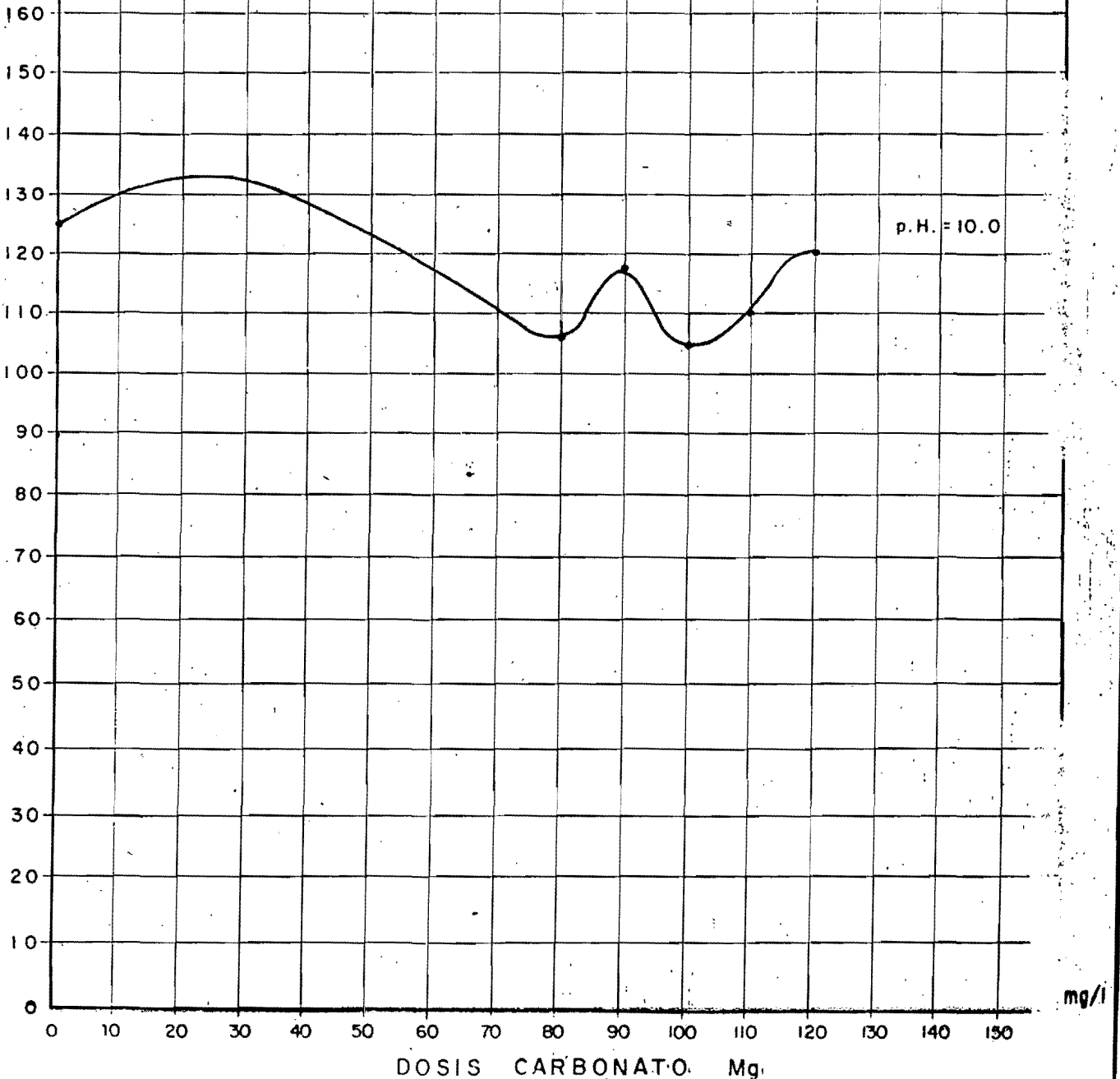


FIGURA No. 5.11

# MUESTRA No. 2

U.N.T.

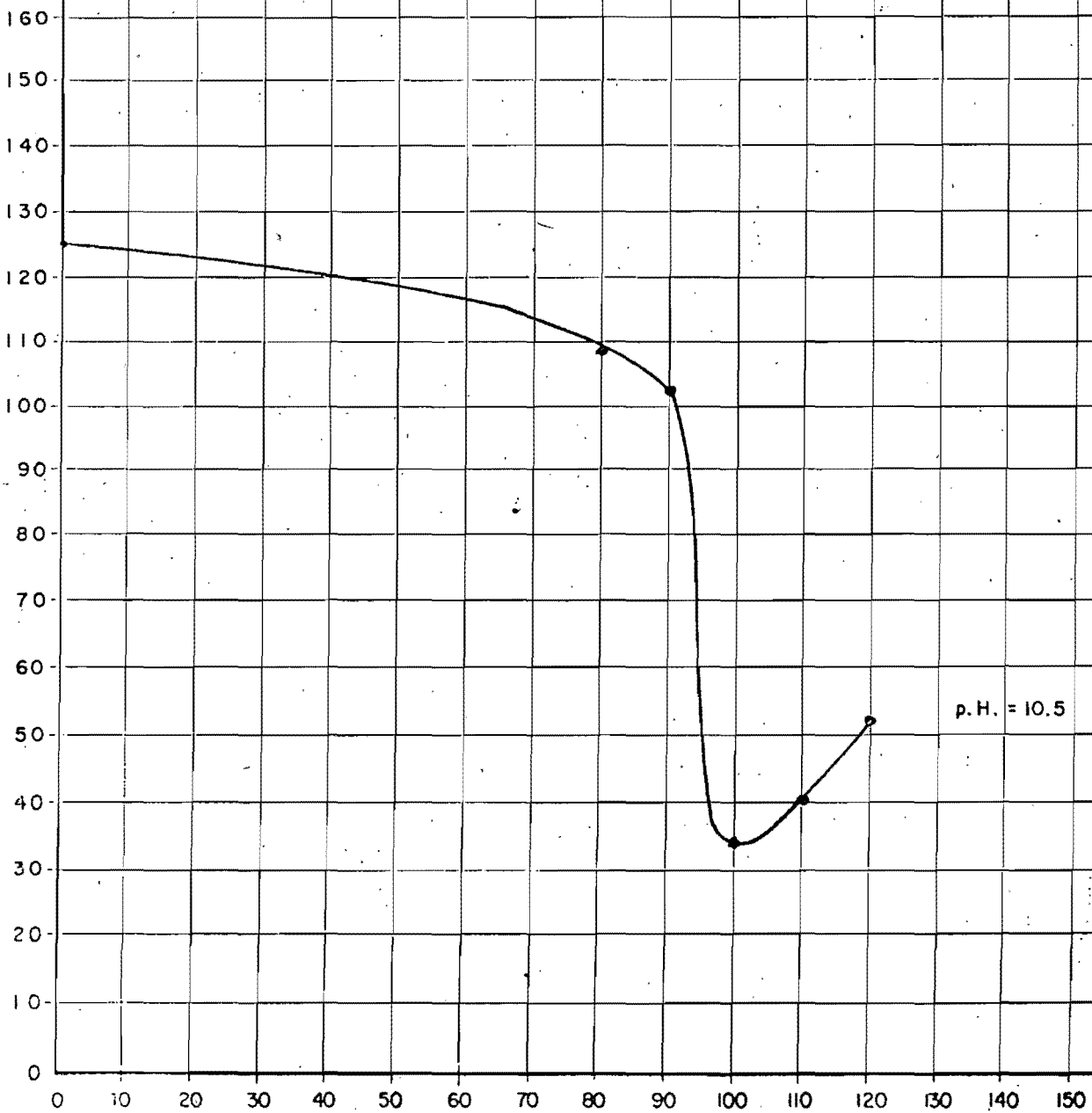
CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL



mg/l

DOSIS CARBONATO Mg

FIGURA No. 5.1

U.N.T.

MUESTRA No. 2

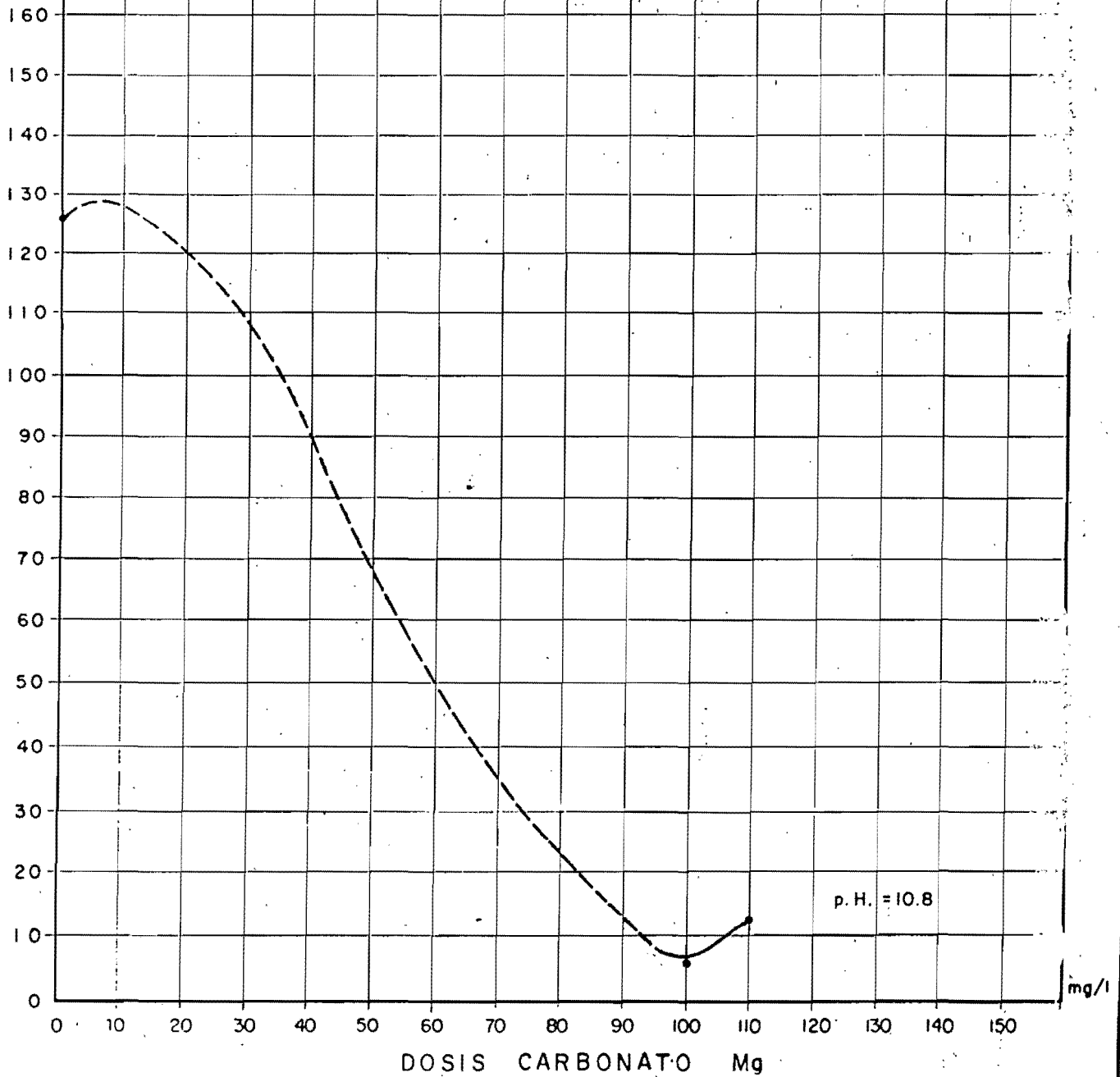
CADA PUNTO CORRESPONDE AL  
PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS  
REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA  
CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL



p. H. = 10.8

FIGURA No. 5.13

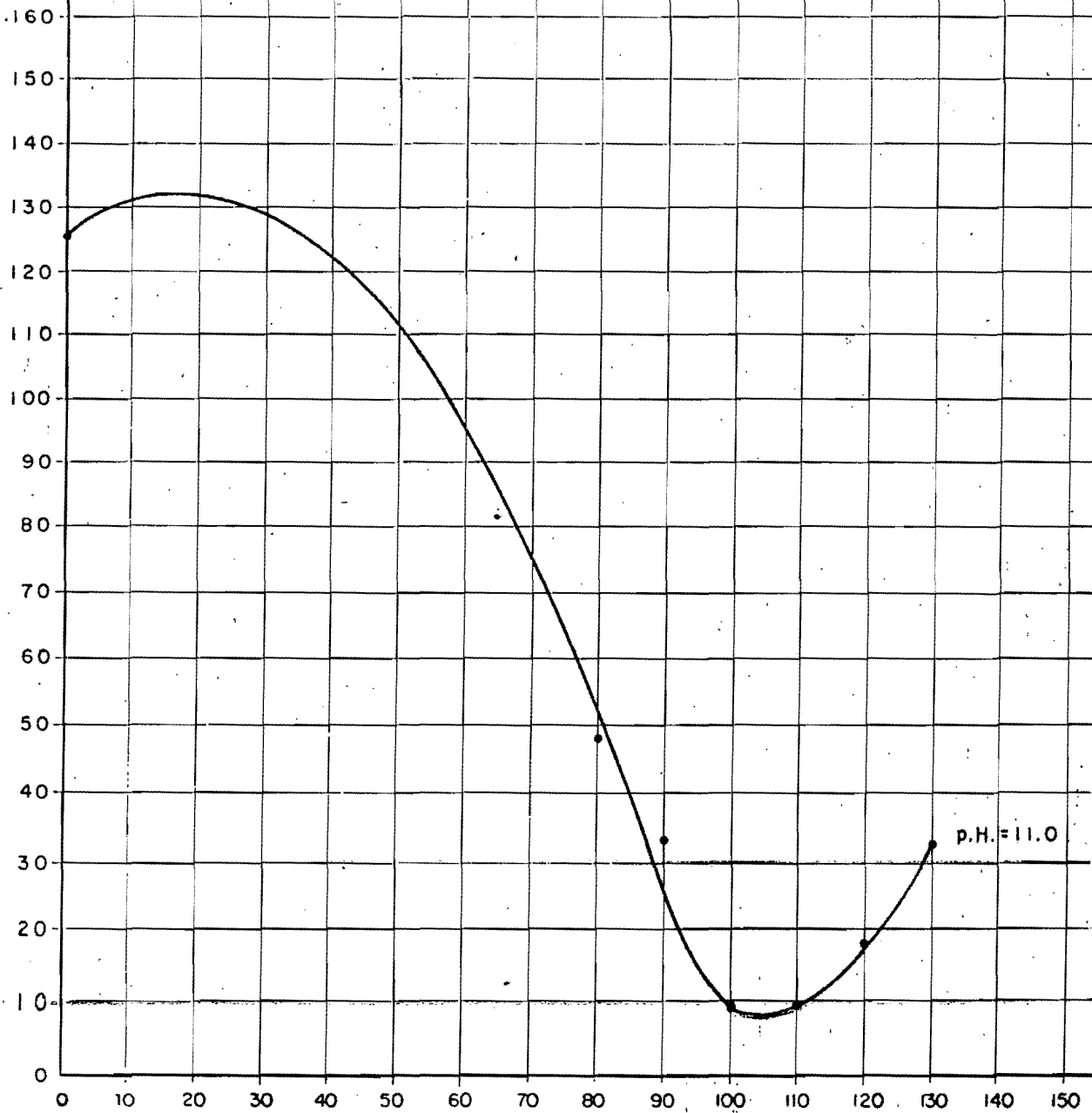
CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL



DOSIS CARBONATO Mg

FIGURA No. 5.14

CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL

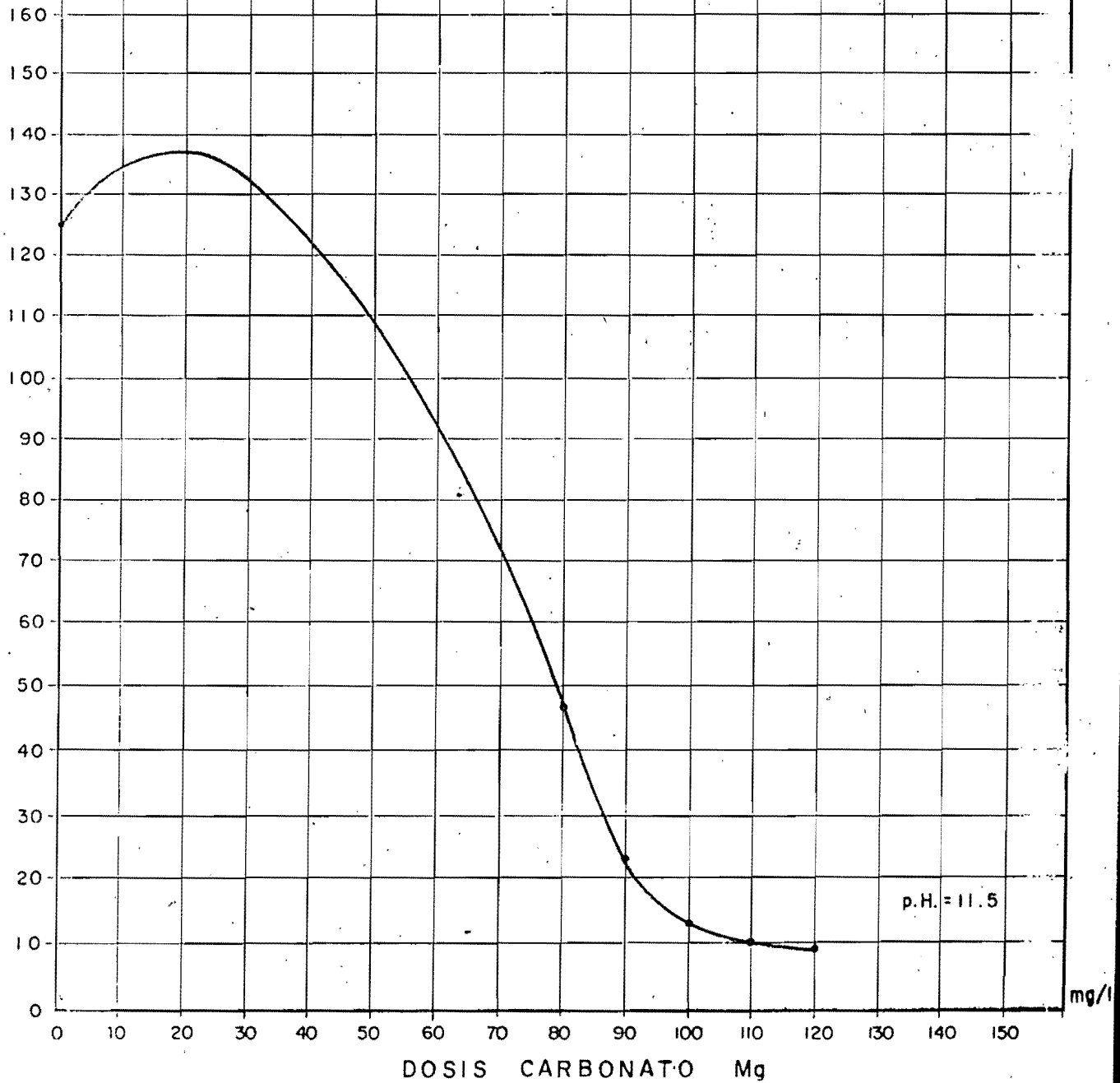


FIGURA No. 5.15

U.N.T.

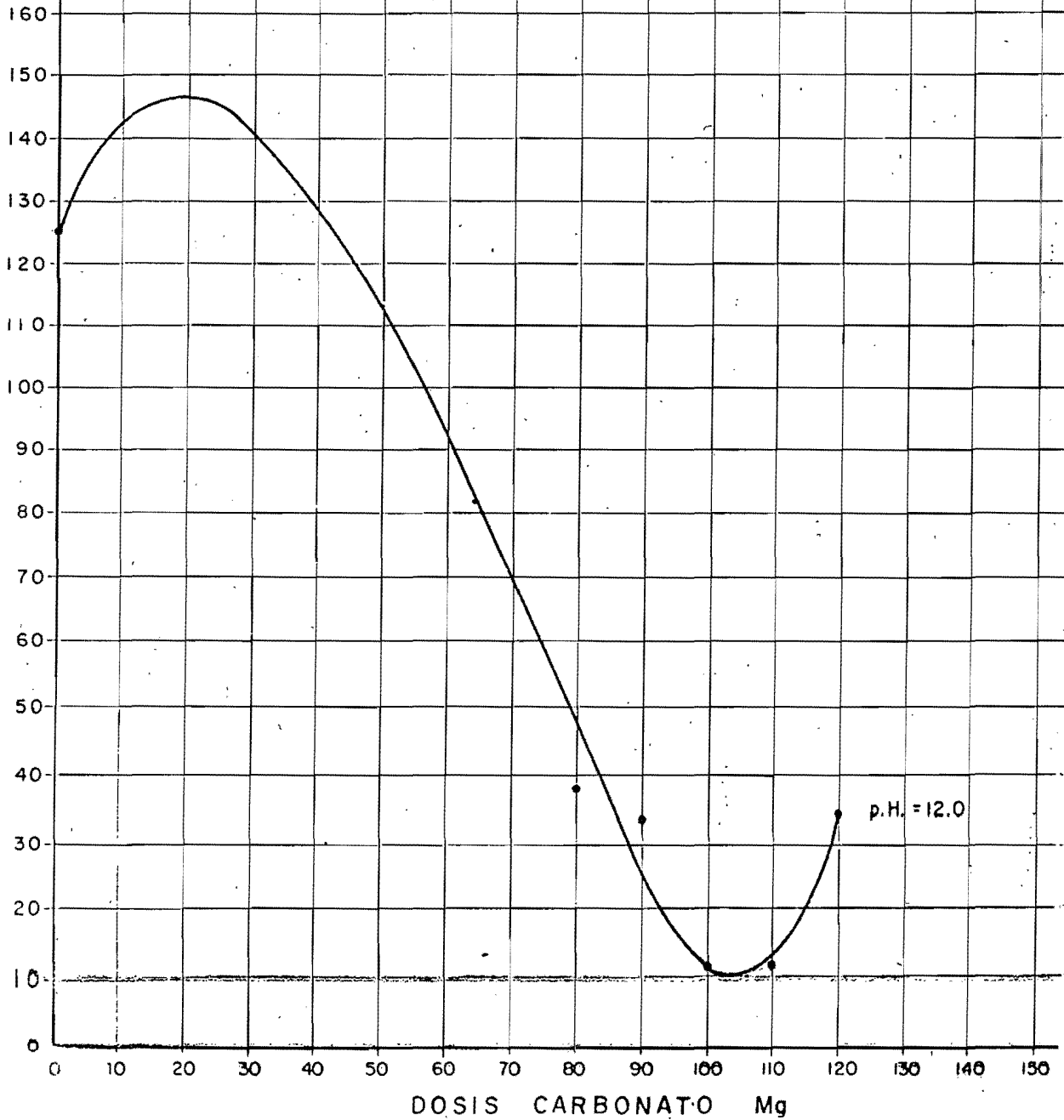
CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + CX^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL



mg/l

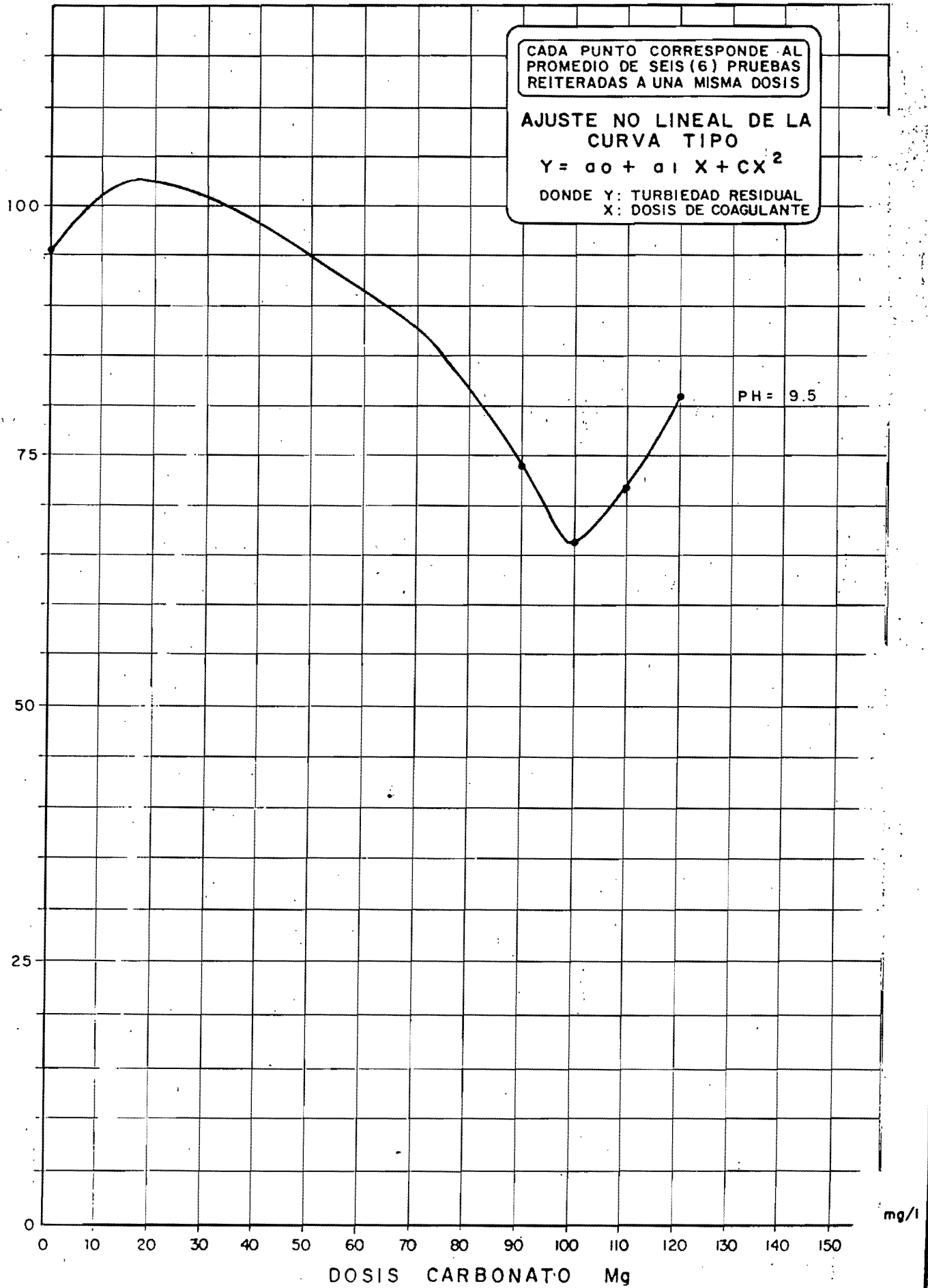
DOSIS CARBONATO Mg

FIGURA No. 5.16

U.N.T.

MUESTRA No. 3

TURBIEDAD RESIDUAL



DOSIS CARBONATO Mg

mg/l

FIGURA No. 5.

U.N.T.

MUESTRA No. 3

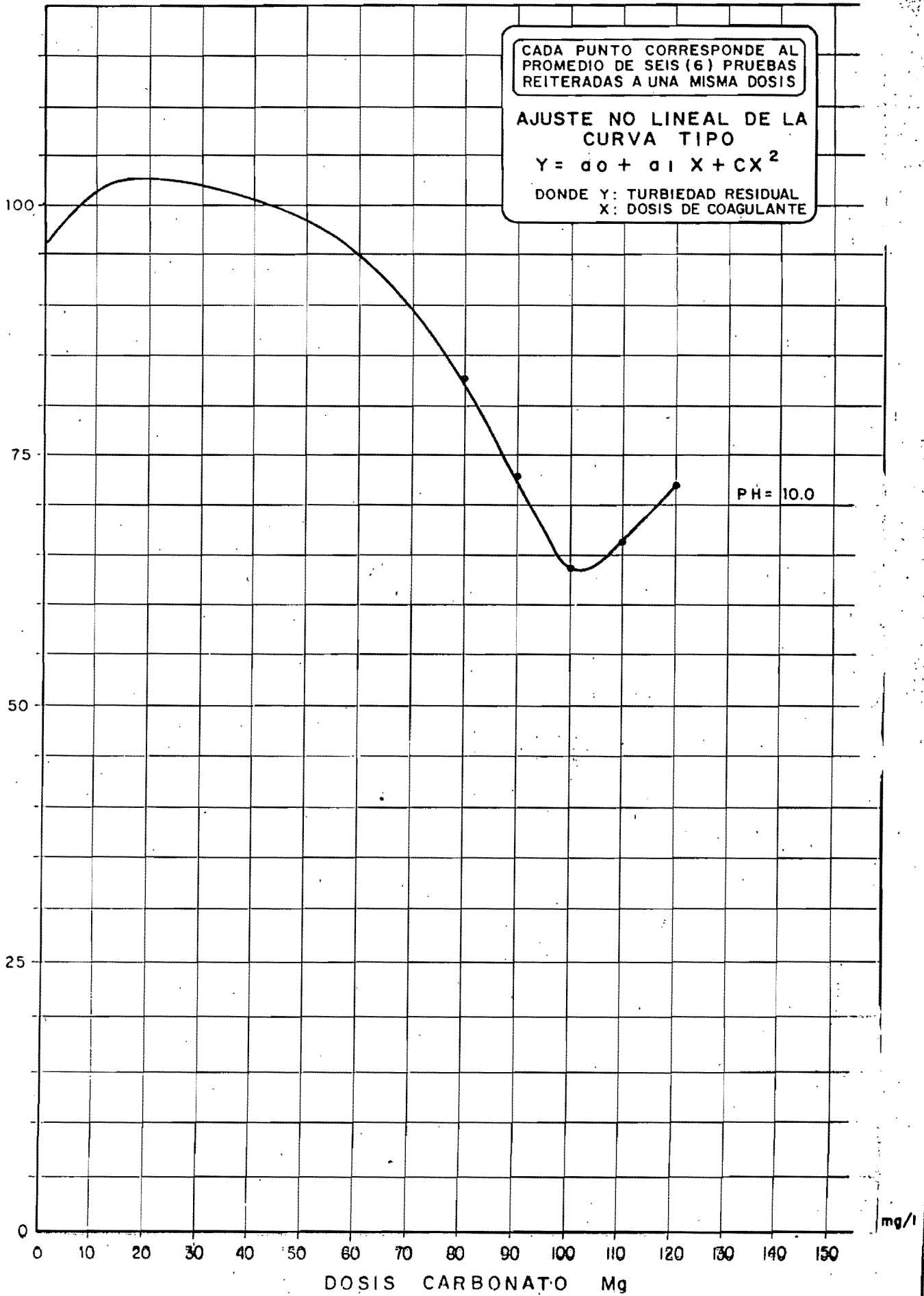
CADA PUNTO CORRESPONDE AL  
PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS  
REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA  
CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + CX^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD  
RESIDUAL



PH = 10.0

mg/l

DOSIS CARBONATO Mg

FIGURA No. 5.1c



U.N.T.

# MUESTRA No. 3

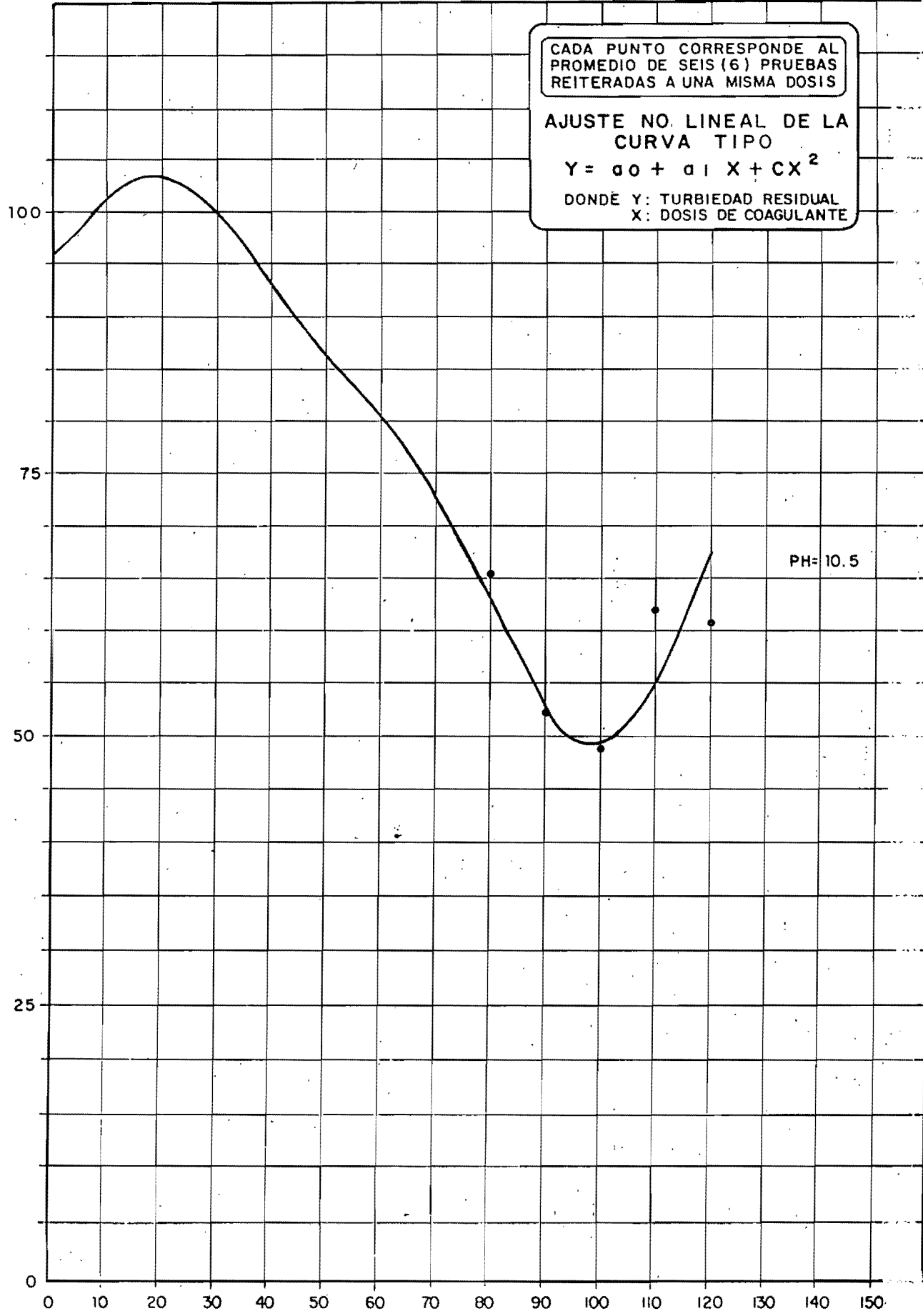
CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL



mg/l

DOSIS CARBONATO Mg

FIGURA No. 5

U.N.T.

MUESTRA No. 3

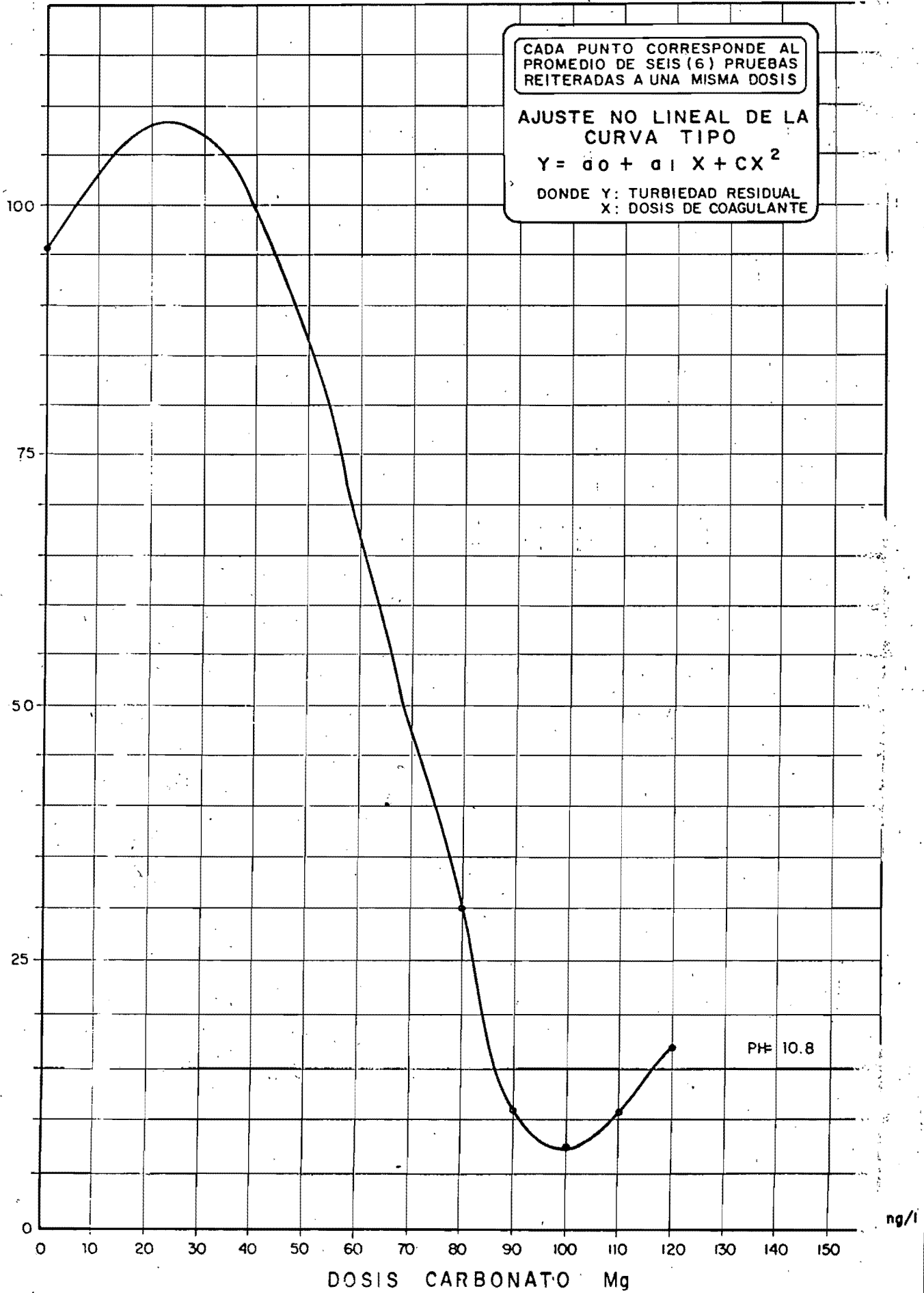
CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + CX^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL



DOSIS CARBONATO Mg

FIGURA No. 5.2

MUESTRA No. 3

U.N.T.

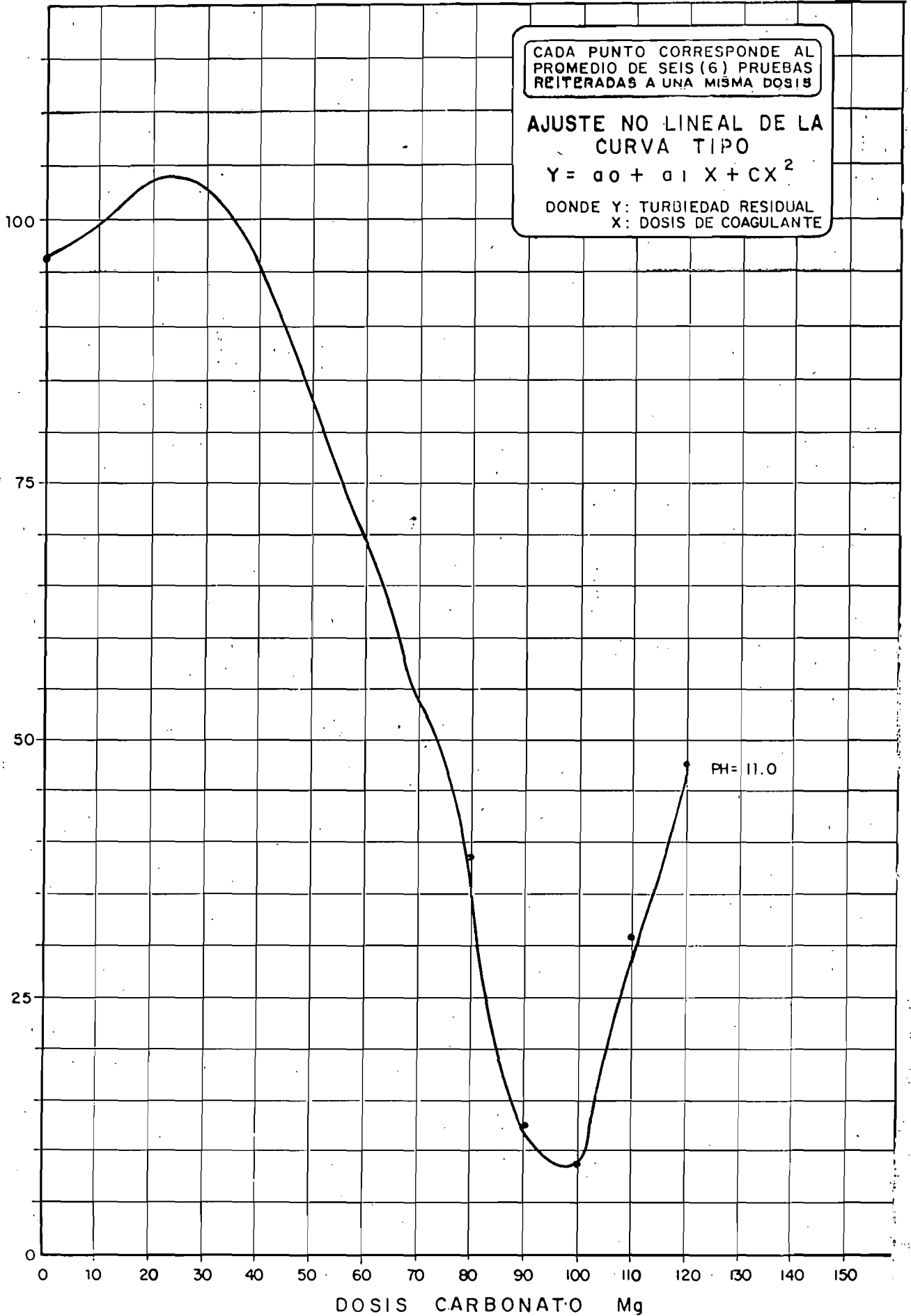
CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL



DOSIS CARBONATO Mg

FIGURA No. 5.21

U.N.T.

MUESTRA No. 3

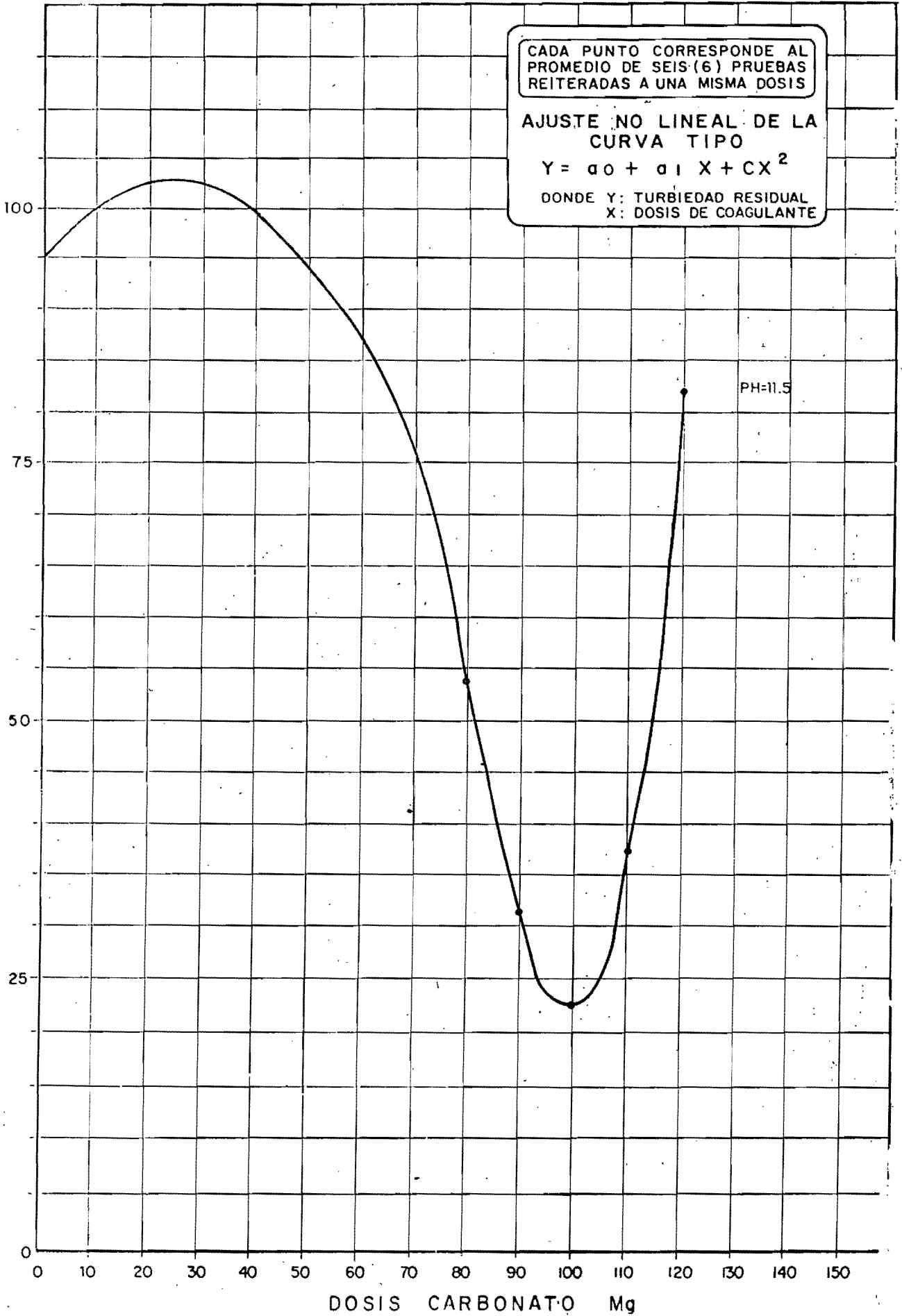
CADA PUNTO CORRESPONDE AL  
PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS  
REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA  
CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + CX^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL



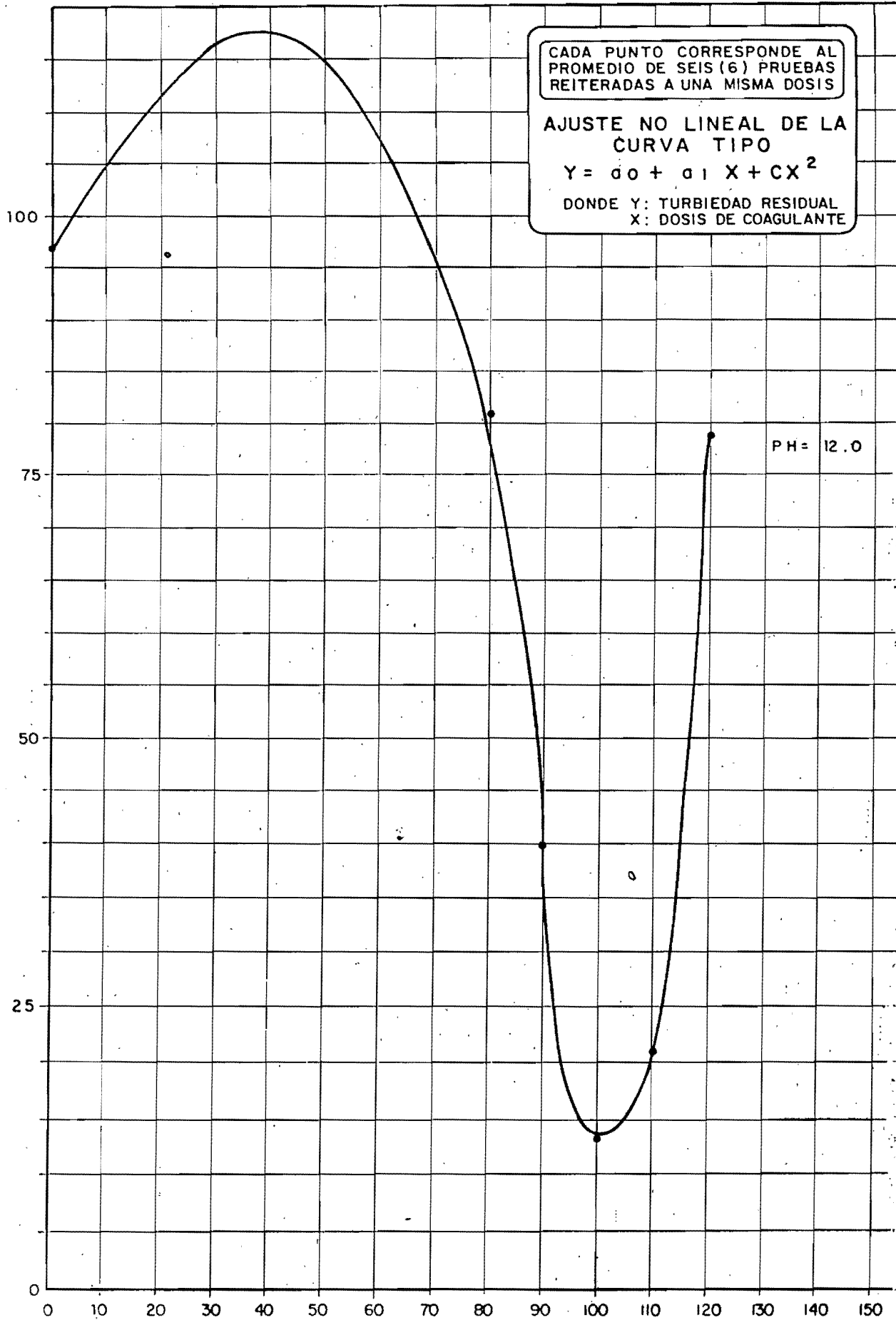
PH=11.5

DOSIS CARBONATO Mg

FIGURA No. 5.2:

U.N.T.

TURBIEDAD RESIDUAL



DOSIS CARBONATO Mg

mg/l

FIGURA No. 5.23

U.N.T.

# MUESTRA No. 1

CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL

DOSIS:	80 mg/l	—————
	90 "	- - - - -
	100 "	- x - x - x -
	110 "	- . - . - . -
	120 "	- + - + - + -

p.H. vs. TURBIEDAD REMANENTE

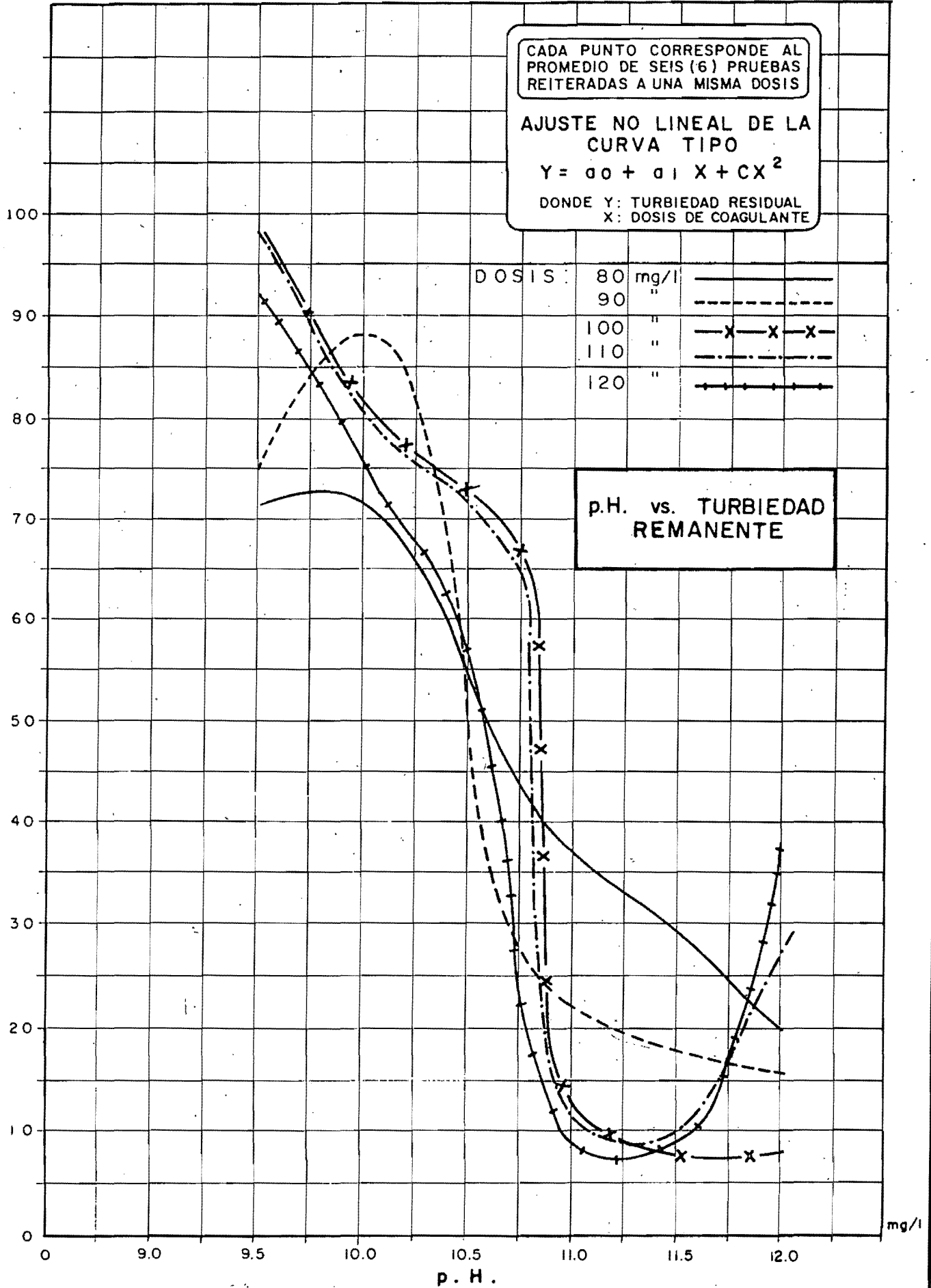


FIGURA No. 5.24

U.N.T.

TURBIEDAD RESIDUAL

CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

DOSIS:	80 mg/l	—————
	90 "	- - - - -
	100 "	- X - X - X -
	110 "	- . - . - . - . -
	120 "	← ← ← ← ← ← ← ←

p.H. vs. TURBIEDAD REMANENTE

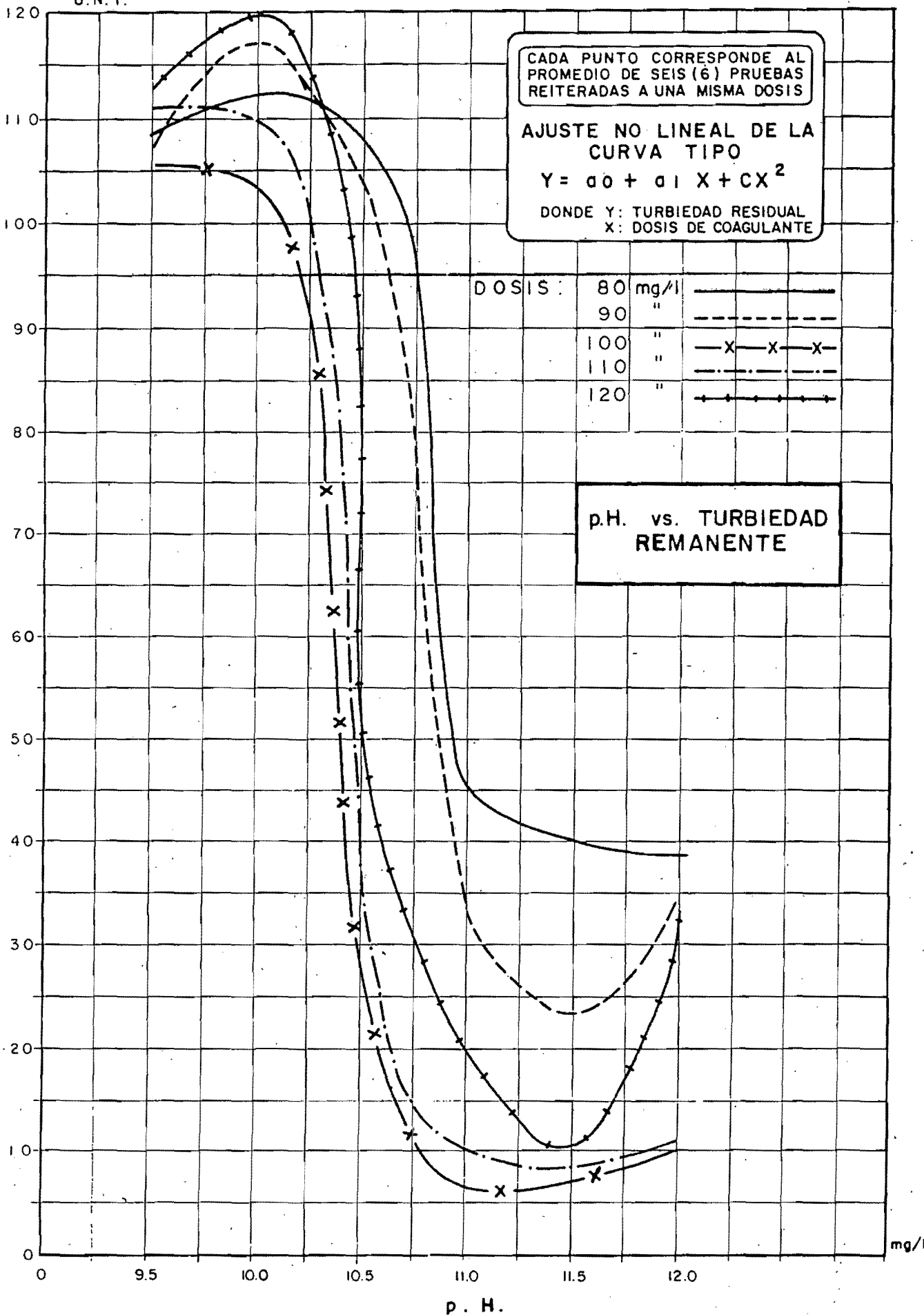


FIGURA No. 5.25

U.N.T.

MUESTRA No. 3

p.H. vs. TURBIEDAD  
REMANENTE

CADA PUNTO CORRESPONDE AL  
PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS  
REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA  
CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD  
RESIDUAL

100

90

80

70

60

50

40

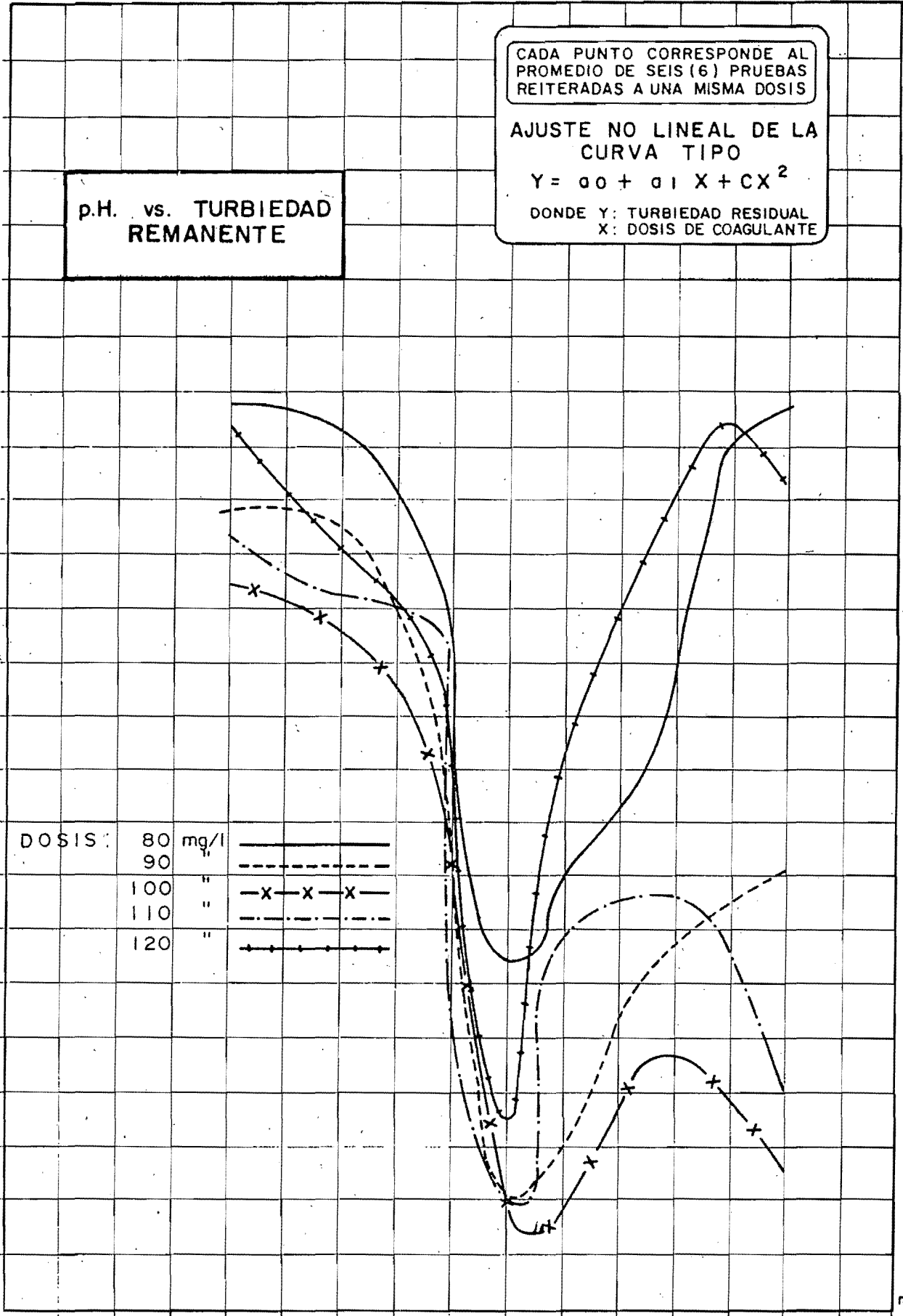
30

20

10

0

DOSIS:	80 mg/l	—————
	90 "	- - - - -
	100 "	- x - x - x -
	110 "	- . - . - . -
	120 "	- * - * - * -



0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0

p. H.

mg/l

FIGURA No. 5.26



U.N.T.

# MUESTRA No. 3

%  
REMOCIÓN  
100

CADA PUNTO CORRESPONDE AL  
PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS  
REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

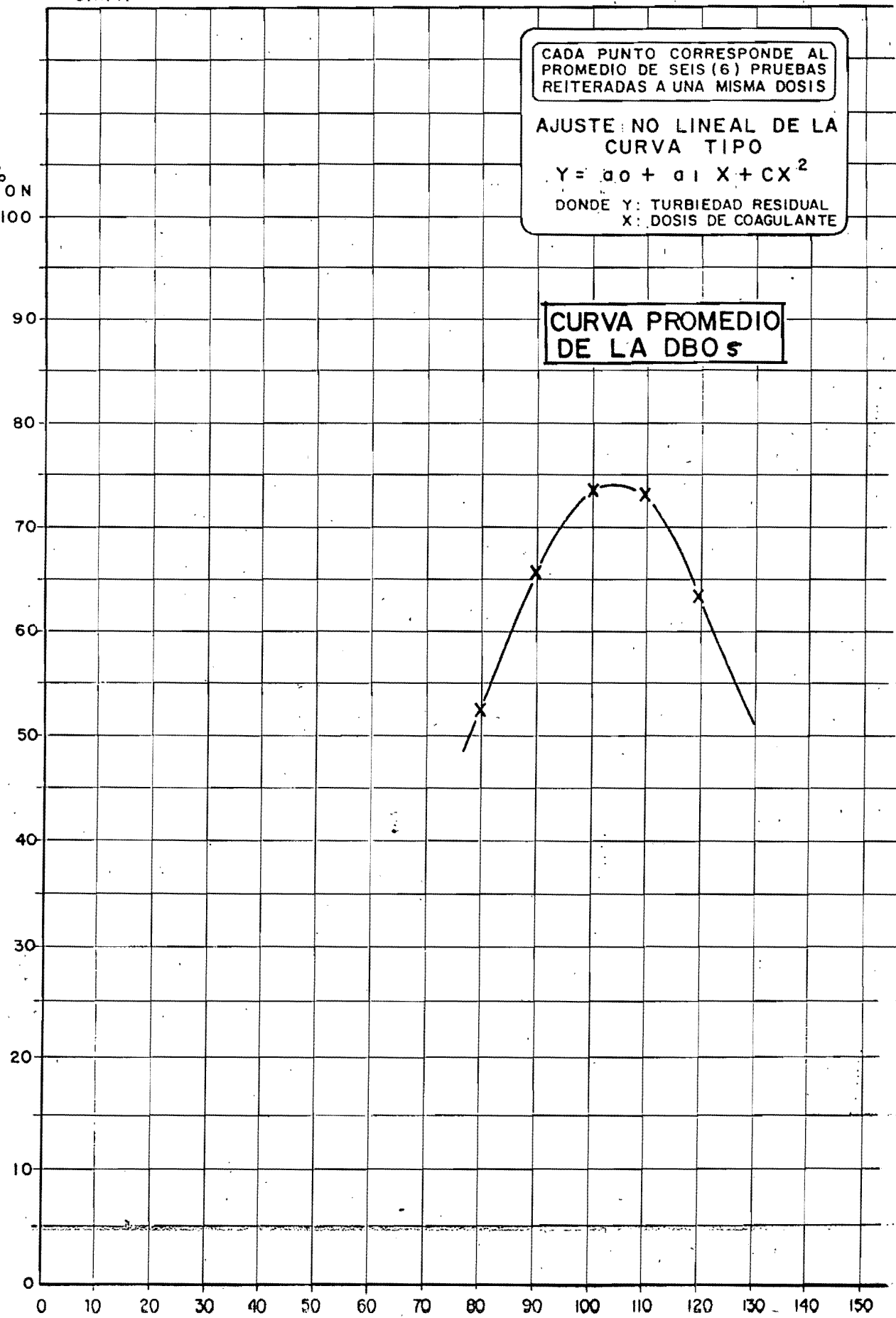
AJUSTE NO LINEAL DE LA  
CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

CURVA PROMEDIO  
DE LA DBO<sub>5</sub>

DBO<sub>5</sub>  
REMOVIDA

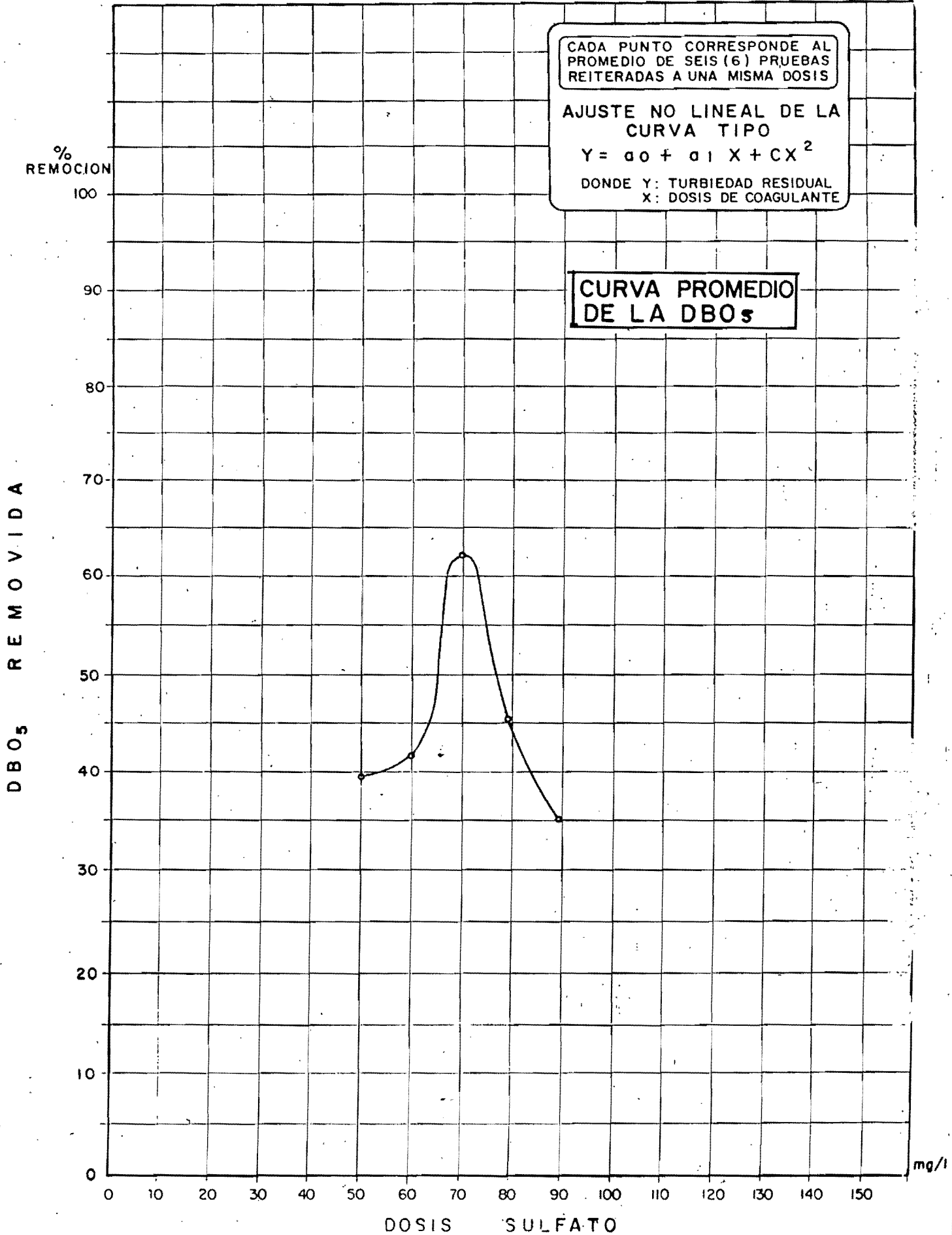


mg/l

DOSIS CARBONATO. Mg

FIGURA No. 5. 27

U.N.T.



DOSIS SULFATO

U.N.T.

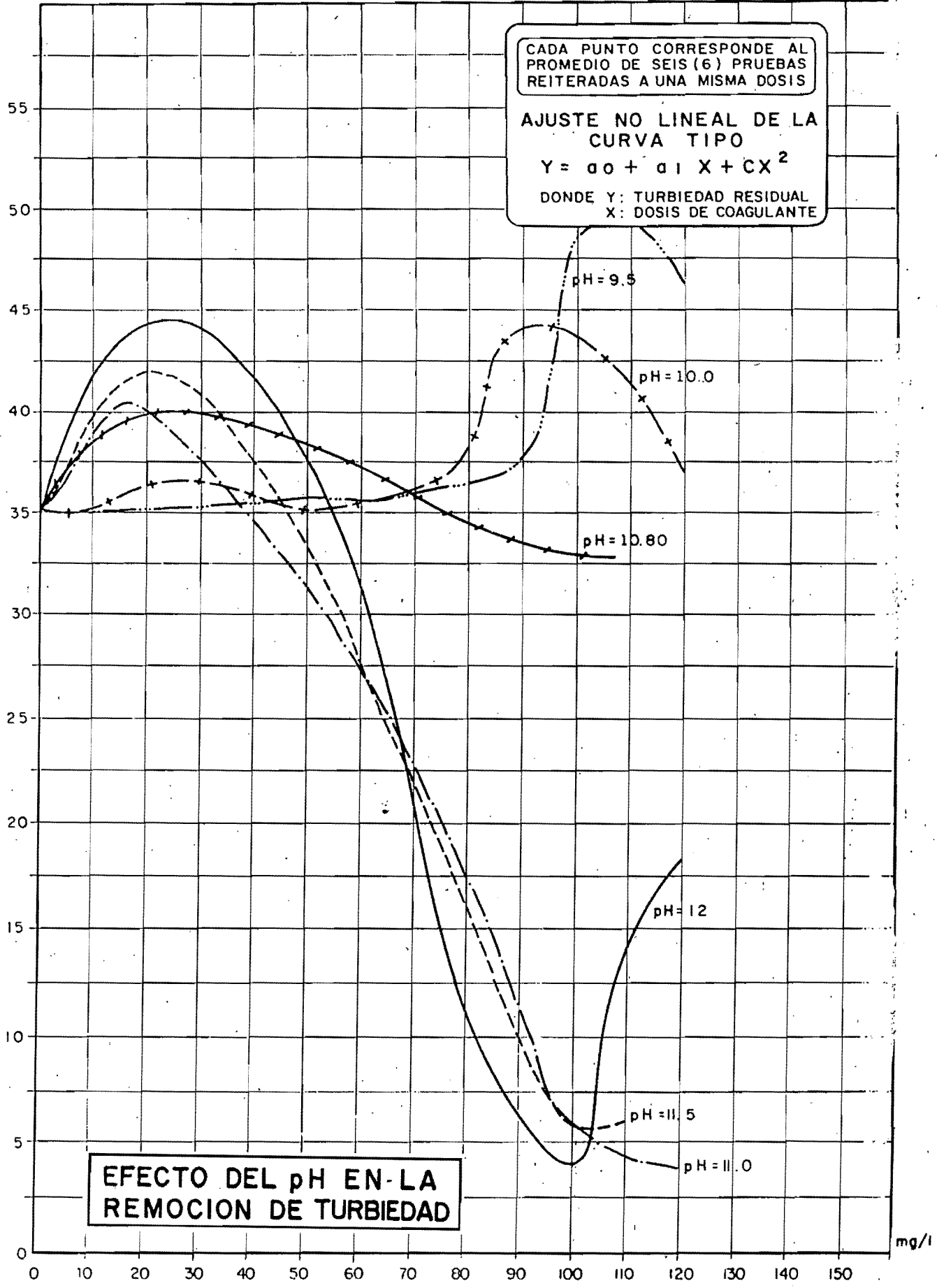
TURBIEDAD RESIDUAL

CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE



EFFECTO DEL pH EN LA REMOCION DE TURBIEDAD

DOSIS CARBONATO Mg

FIGURA No. 6.1

U.N.T.

MUESTRA No. 2

CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + CX^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

EFFECTO DEL pH EN LA REMOCION DE TURBIEDAD

TURBIEDAD RESIDUAL

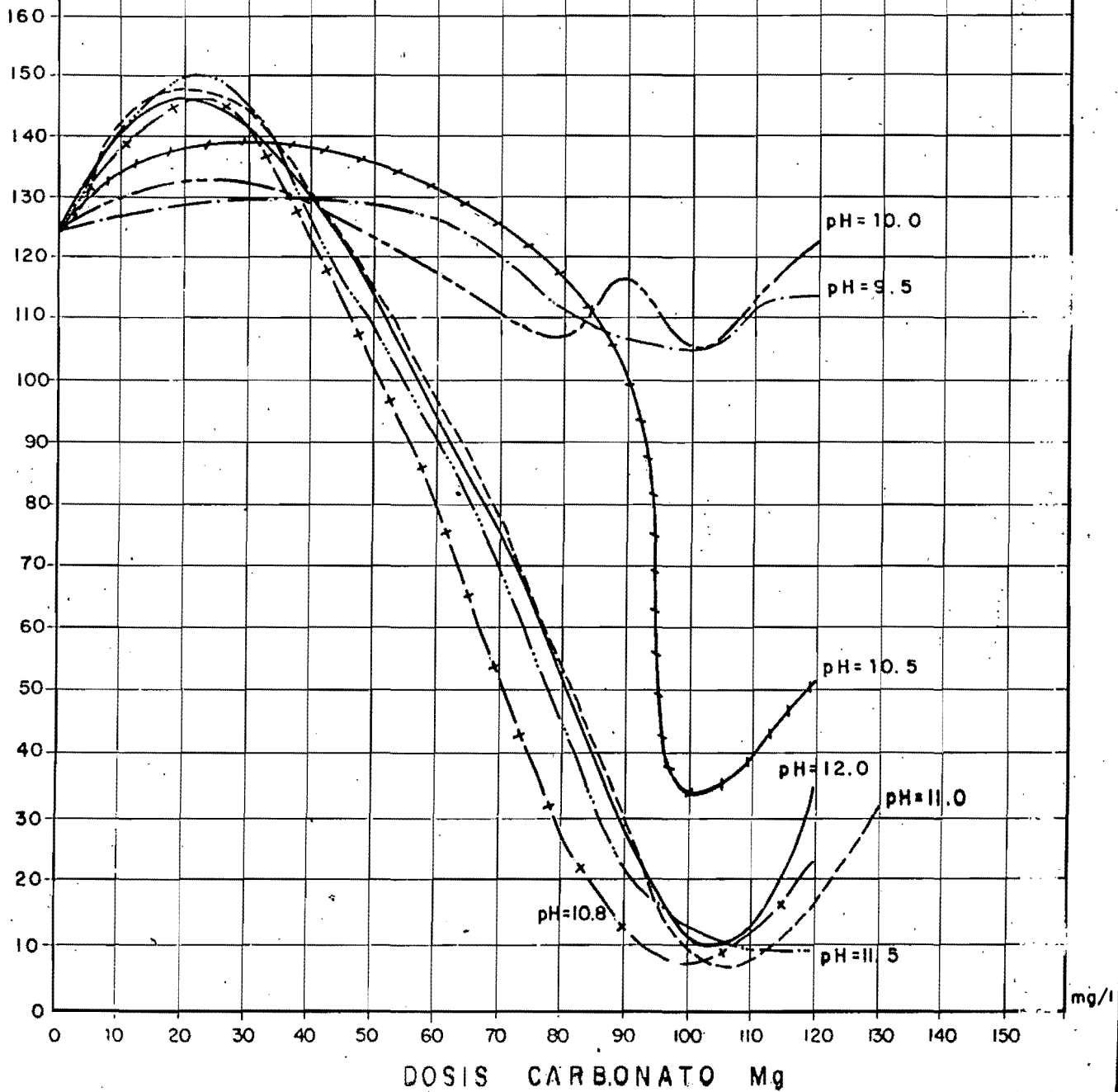


FIGURA No. 6 2

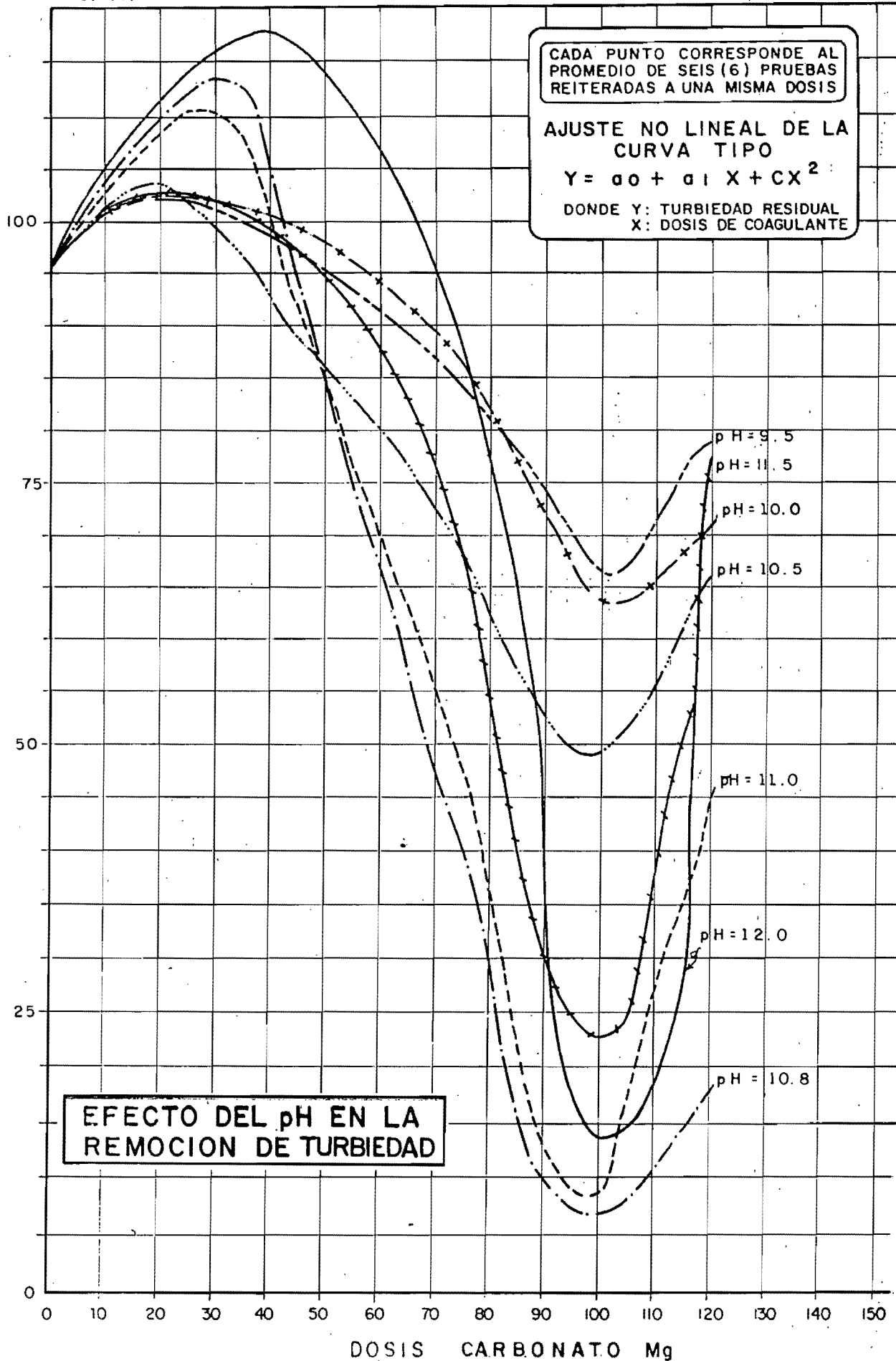
CADA PUNTO CORRESPONDE AL PROMEDIO DE SEIS (6) PRUEBAS REITERADAS A UNA MISMA DOSIS

AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA TIPO

$$Y = a_0 + a_1 X + C X^2$$

DONDE Y: TURBIEDAD RESIDUAL  
X: DOSIS DE COAGULANTE

TURBIEDAD RESIDUAL



EFFECTO DEL pH EN LA REMOCION DE TURBIEDAD

mg/l

DOSIS CARBONATO Mg

FIGURA No. 6