



TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

PRUEBAS DE JARRA

GERARDO AHUMADA THEODULOZ

INTRODUCCIÓN

- Las pruebas de jarra se utilizan tanto en plantas de tratamiento de agua potable existentes como en la etapa de proyecto con el objeto de definir la dosis de coagulante.
- Sin embargo, se puede obtener mucha más información considerando solo pequeñas modificaciones a la prueba convencional. En efecto, es la prueba más rápida y económica para definir múltiples variables que afectan el tratamiento del agua.

INTRODUCCIÓN

- Determinación del coagulante más recomendable.
- Determinación del pH de coagulación óptimo para diferentes coagulantes.
- Evaluación de la efectividad de los polímeros.
- Punto óptimo de aplicación de polímeros en el tren de tratamiento.
- Secuencia óptima de aplicación de coagulantes, polímeros y ajuste de pH.
- Tiempo óptimo de floculación.

INTRODUCCIÓN

- Gradiente óptimo.
- Determinación de curvas de velocidad de sedimentación.
- Turbiedad remanente y efecto en el rendimiento de los filtros.
- Evaluación de resultados de recirculación de lodos.
- Evaluación de la factibilidad de filtración directa.
- Evaluación cualitativa del tamaño y del tiempo inicial de formación del floc.

EQUIPOS: 6 JARRAS



2015

U.de Chile

5

EQUIPOS: 4 JARRAS



2015

U.de Chile

6

EQUIPOS: 4 JARRAS PORTÁTIL



2015

U.de Chile

7



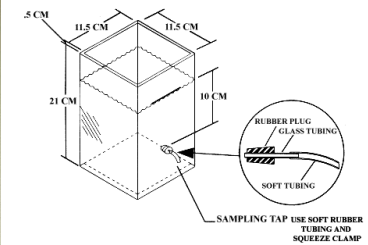
EQUIPOS: JARRA 2 L



2015

U.de Chile

8



EQUIPOS: 6 JARRAS + 6 FILTROS



U.de Chile

2015

9

EQUIPOS: 6 FILTROS DE PAPEL



U.de Chile

2015

10

EQUIPAMIENTO E INSTRUMENTACION

Equipment and Apparatus for the Jar Test		
Cat. No.	Description	Use
Multiple Stirrer, choose one of the following		
26317-00	Phipps Bird 6-Place Programmable Multiple Stirrer supplied with 6 1-liter round glass beakers.	Multiple stirrer for jar test
27038-00	6-place nonprogrammable w/o beakers	Multiple stirrer for jar test
27040-00	4-place programmable w/o beakers	Multiple stirrer for jar test
27039-00	4-place nonprogrammable w/o beakers	Multiple stirrer for jar test
41170-00	Wagner Jar	2-liter square plastic flocc jar
500-83	Glass Beaker, round, 1 liter, pk/6	Jar test w/ round jars
pH Meter, choose one of the following or better		
51700-11	SensION 1 w/gel-filled combination pH	Measure pH/ alkalinity end point
85059-00	HQ11d pH meter w/ gel-filled combination pH electrode, buffers and probe stand	Measure pH/ alkalinity end point
Digital Titrator, cartridges and indicators		
22709-00	Universal Digital Titrator Kit w/ manual, 100 ml graduated cylinder, 125 and 250 ml Erlenmeyer flasks.	Alkalinity test
14388-01	0.1600 N H ₂ SO ₄ Titration Cartridge	Low range alkalinity test
14389-01	1.600 N H ₂ SO ₄ Titration Cartridge	High range alkalinity test
942-99	Phenolphthalein PP, pk/100	Indicator for p-alkalinity test
943-99	Bromocresol Green Methyl Red PP pk/100	Indicator for total alkalinity test
22719-00	Reagent Set for Alkalinity – includes titration cartridges and indicators above.	
Other Instruments and Apparatus		
46500-00	2100P Portable Turbidimeter OR	Test clarity of supernatant and filtrate from jar test
47000-00	2100N Laboratory Turbidimeter	Jar test chemical dosing
19700-01	TenSette Pipet, 0.1-1.0 in	
21856-96	Pipet tips, 0.1-1.0	Jar test chemical dosing, transfer supernatant for further testing
19700-10	TenSette Pipet, 1.0-10.0 in	
21997-96	Pipet tips, 1.0-10.0	
1083-68	Funnel, each	Filtration testing of the supernatant
692-57	Filters, pleated	Filtration testing of the supernatant

2015

11

DOSIS ÓPTIMA

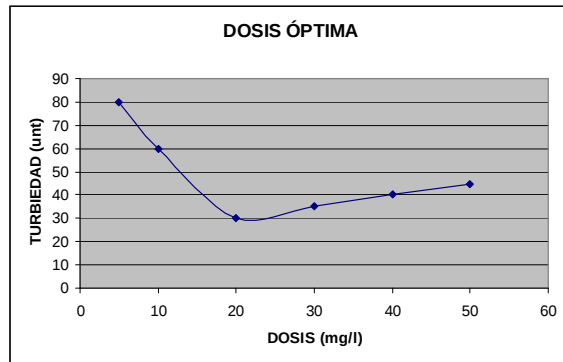
Dosis óptima de coagulante	
1	Medición de la turbiedad del agua cruda.
2	Llenado de 6 jarras de 2 litros con agua cruda
3	Agregado de diferentes dosis de coagulante en cada jarra
4	Mezcla rápida a velocidad máxima durante 1 minuto
5	Mezcla lenta a velocidad media durante 10 a 30 minutos
6	Sedimentación (Reposo) durante 15 a 30 minutos
7	Medición de la turbiedad del agua sedimentada en cada jarra.

2015

U.de Chile

12

DOSIS ÓPTIMA



2015

U.de Chile

13

TIEMPO DE FLOCULACIÓN

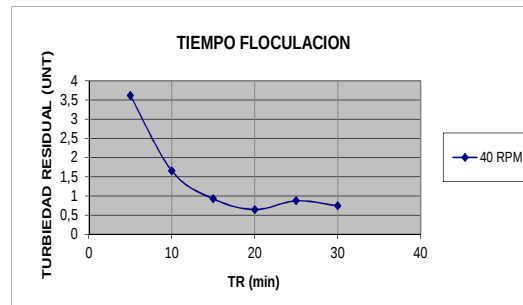
	Tiempo de floculación
1	Medición de la turbiedad del agua cruda.
2	Llenado de 6 jarras de 2 litros con agua cruda
3	Agregado de dosis de coagulante óptimo en cada jarra (determinado en prueba anterior)
4	Mezcla rápida a velocidad máxima durante 1 minuto
5	Mezcla lenta a velocidad media durante diferentes tiempos en cada jarra (5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos)
6	Sedimentación (Reposo) durante 15 a 30 minutos
7	Medición de la turbiedad del agua sedimentada en cada jarra.

2015

U.de Chile

14

TIEMPO DE FLOCULACIÓN



2015

U.de Chile

15

GRADIENTE

	Gradiente de floculación (función de velocidad mezcla lenta)
1	Medición de la turbiedad del agua cruda.
2	Llenado de 6 jarras de 1 litro con agua cruda
3	Agregado de dosis de coagulante óptimo en cada jarra (determinado en prueba anterior)
4	Mezcla rápida a velocidad máxima durante 1 minuto
5	Mezcla lenta a diferentes velocidades en cada jarra (10, 20, 30, 40, 50 y 60 RPM) durante el tiempo óptimo de floculación (determinado en prueba anterior)
6	Sedimentación (Reposo) durante 15 a 30 minutos
7	Medición de la turbiedad del agua sedimentada en cada jarra.

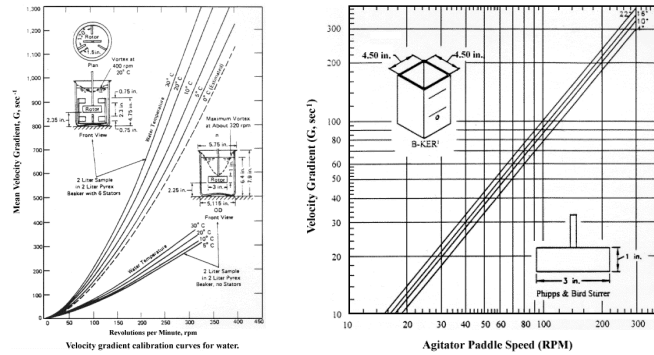
2015

U.de Chile

16

GRADIENTE

■ Cálculo del Gradiente



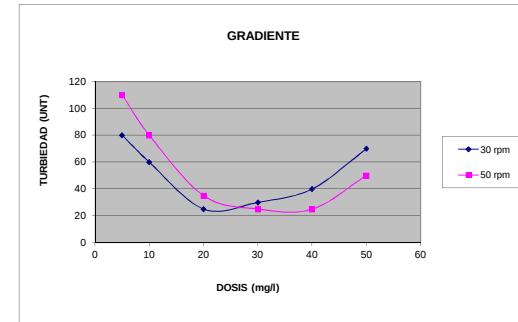
2015

U.de Chile

17

GRADIENTE

■ Gradiente Óptimo

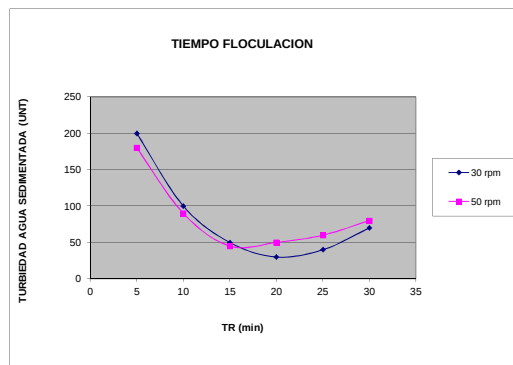


2015

U.de Chile

18

TIEMPO FLOCULACIÓN



2015

U.de Chile

19

TASA DE SEDIMENTACIÓN

Tiempo Muestreo - t	Distancia Sedimentación - d	Velocidad Sedimentación	Tasa Sedimentación
(min)	(cm)	(cm/min)	($\text{m}^3 / \text{m}^2 / \text{día}$)
1	10	10	144.0
2	10	5	72.0
3	10	3.3	48.0
5	10	2.0	28.8
10	10	1.0	14.4

2015

U.de Chile

20

FILTRACIÓN DIRECTA

- La filtración directa es un proceso atractivo tanto por sus menores costos de inversión como de operación. Para determinar los parámetros de diseño y la factibilidad de la filtración directa se sigue el siguiente procedimiento:

2015

U.de Chile

21

FILTRACIÓN DIRECTA

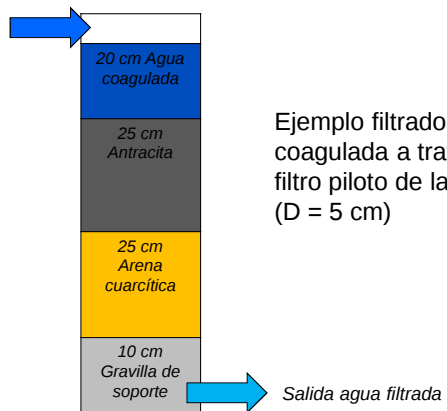
- Determinación y registro de la turbiedad del agua cruda.
- Llenado de jarras de 2 litros con agua cruda.
- Agregado de diferentes dosis de coagulante en cada jarra.
- Mezcla rápida a velocidad máxima durante 30 a 60 segundos.
- Filtrado del agua coagulada a través de papel Whatman #40 , o sino,
- Filtrado del agua coagulada a través de filtros.

2015

U.de Chile

22

FILTRACIÓN DIRECTA



Ejemplo filtrado de agua coagulada a través de filtro piloto de laboratorio (D = 5 cm)

2015

U.de Chile

23

BIBLIOGRAFÍA

1. Arboleda, Jorge, Teoría y Práctica de la Purificación del Agua, 1994.
2. Churchill, J.J., M.W. Beutel and P.S. Burgoon , Evaluation of optimal dose and mixing regime for alum treatment of Matthiesen Creek inflow to Jameson Lake, Washington , 2008.
3. General Chemical, Jar Testing Technical Bulletin , 2010.
4. Hudson & Wagner, Conduct and Uses of Jar Tests, 1981.
5. Lay, Hudson & Singley, Velocity-Gradient Calibration of Jar Test Equipment, 1975.
6. Phipps & Bird, PB-700™ Series Six-paddle Standard Jartester, 2002.
7. Tekippe & Ham, Coagulation Testing: A comparison of Techniques, 1970.
8. Tekippe & Ham, Velocity-Gradient Paths in Coagulation, 1971.

2015

U.de Chile

24