

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
GLOSARIO DE TERMINOS	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	2
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3. SOLUCIÓN PROPUESTA	3
1.4. OBJETIVOS.....	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. ALCANCES	4
1.6. METODOLOGÍA.....	4
1.6.1. Primera fase	4
1.6.2. Segunda fase.....	5
1.6.3. Tercera fase.....	6
1.6.4. Cuarta Fase	6
1.7. RESULTADOS ESPERADOS	7
1.8. ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA	7

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS INDIVIDUALES DE UN CAMPO DE FUERZAS MECÁNICOS.....	10
2.2. EFECTOS DE LA CONCENTRACIÓN VOLUMÉTRICA EN LA SEDIMENTACIÓN.....	14
2.3. INTERACCIÓN HIDRODINÁMICA ENTRE PARTÍCULAS.....	17
2.3.1. Modelo de Brauer & Kriegel.....	18
2.4. TEORÍA DLVO.....	18
2.4.1. Fuerzas electroestáticas.....	19
2.4.2. Fuerzas de van der Waals.....	21
2.4.3. Repulsión de Born.....	22
2.5. FUNDAMENTOS ÓPTICOS EN LA EVALUACIÓN FOTOMÉTRICA, PARA SISTEMAS DE SEDIMENTACIÓN DE MICROPARTÍCULAS.....	23
2.5.1. Ley de Labert-Beer.....	23
2.6. REPRESENTACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑO DE MICROPARTÍCULAS.....	24
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA.....	27
3.1. EQUIPOS DE LABORATORIOS.....	28
3.1.1. Centrifuga analítica Shimadzu SA-CP3.....	28
3.1.2. Balanza de laboratorio.....	30
3.1.3. Agitador magnético.....	30
3.1.4. Homogeneizador ULTRATurrax T50.....	30
3.1.5. Espectrómetro de difracción láser HELOS.....	31
3.1.6. Medidor de conductividad y medidor de pH.....	31
3.1.7. Microscopio electrónico de barrido.....	31
3.2. SISTEMA DE PARTÍCULAS GELTECH INC.....	32

3.2.1.	Geltech 201®.....	33
3.2.2.	Geltech 1001®.....	35
3.2.3.	Geltech 1501®.....	37
3.3.	CONSIDERACIONES GENERALES	39
3.4.	PREPARACIÓN DE SUSPENSIONES DE MICROPARTÍCULAS	39
CAPÍTULO 4. Presentación y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		41
4.1.	RESULTADOS EXPERIMENTALES	42
4.1.1.	Cálculo de la velocidad de Stokes	42
4.1.2.	Velocidad experimental y velocidad normalizada.....	43
	Geltech 201®.....	44
	Geltech 1001®.....	45
	Geltech 1501®.....	47
4.1.3.	Resumen resultados	49
4.2.	VALIDACIÓN DE RESULTADOS EXPERIMENTALES	50
4.2.1.	Procedimiento experimental.....	50
4.2.2.	Principio de conservación de la masa.....	51
4.2.3.	Comparación con otros autores	52
4.3.	DISCUSIÓN ENTRE LOS RESULTADOS PRESENTADOS POR LA LITERATURA TECNICA.....	56
4.3.1.	Critica a resultados de autores en discusión	57
4.3.2.	Posibles causas de los resultados presentados por los autores en discusión	59
4.4.	¿EXISTE UNA SOBRE VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN DE MICROPARTÍCULAS EN LA REGIÓN DEL 1% DE CONCENTRACIÓN VOLUMÉTRICA EN SUSPENSIONES ACUOSAS?	61
CONCLUSIONES.....		62
REFERENCIAS		67

ANEXOS	70
ANEXO 1. Datos tecnicos equipos de laboratorio utilizados.	70
1.1. Balanza SARTORIUS AC 210S	70
1.2. Homogeneizador ULTRATURRAX T50	70
1.3. Espectrómetro de difracción laser Helos.....	71
1.4. Microscopio electrónico ZEISS GEMINI.....	71
Anexo 2. Distribucion de tamaño de los sistemas de particulas.....	73
2.1. Tabla de distribución de tamaño para micropartículas Geltech 201®.	73
2.2. Tabla de distribución de tamaño para micropartículas Geltech 1001®.	74
2.3. Tabla de distribución de tamaño para micropartículas Geltech 1501®.	75
ANEXO 3. Desarrollo de cálculos	76
3.1. Velocidad de Stokes Geltech 201®	76
3.2. Velocidad de Stokes Geltech 1001®	77
3.3. Velocidad de Stokes Geltech 1501®	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Fuerzas mecánicas sobre una partícula que sedimenta, fuente: Scielo.org.....	11
Figura 2.2: Ilustración doble capa, fuente: Zeta-Meter, Inc.).....	19
Figura 2.3: Representación potencial zeta, fuente: Zeta-Meter, Inc.....	20
Figura 2.4: Curva de energía total de interacción, fuente: Zeta-Meter, Inc.	23
Figura 3.1 Shimadzu SA-CP3, fuente: Imágenes entregadas por Dr. Ing. Gonzalo Salinas	29
Figura 3.2 Imagen partículas Geltech 201® a través de microscopio Zeiss, fuente: Salinas Salas.....	34
Figura 3.3 Imagen partículas Geltech 1001 ® a través de microscopio Zeiss, fuente: Salinas Salas.....	36
Figura 3.4. Imagen partículas Geltech 1501 ® fuente: Salinas Salas.....	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1: Comportamiento de la velocidad normalizada de sedimentación en función de la concentración volumétrica según [5], [6], [7]	16
Grafico 2.2: Comportamiento de la velocidad normalizada de sedimentación en función de la concentración volumétrica según [1], [2], [3], [4].....	16
Grafico 3.1 Distribuciones de tamaño Geltech 201® a través de espectrómetro laser HELOS. Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados.....	33
Grafico 3.2 Distribuciones de tamaño Geltech 10001® a través de espectrómetro laser HELOS. Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados.....	35
Grafico 3.3 Distribuciones de tamaño Geltech 1501®. Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados	37
Grafico 4.1 Velocidad normalizada vs concentración volumétrica Geltech 201® fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados.....	45
Grafico 4.2 Velocidad normalizada vs concentración volumétrica Geltech 1001® fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados.....	46
Grafico 4.3 Velocidad normalizada v/s concentración volumétrica Geltech 1501® fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados.....	48
Grafico 4.4 Resumen resultados experimentales, fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados.....	49
Grafico 4.5 Comparación ecuación de continuidad v/s datos experimentales, fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados.....	51
Grafico 4.6 Comparación ecuación de Richardson y Zaki [7] v/s datos experimentales Salinas Salas [8], fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados.	53
Grafico 4.7 Comparación modelo Steinour [15] v/s datos experimentales, fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados.	54
Grafico 4.8 Comparación modelo Brauer y Kriegel [9] v/s datos experimentales, fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados.....	55
Grafico 4.9 Resultados presentados por la literatura v/s datos experimentales, fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados.....	56
Grafico 4.10 Resultados Bhatti [1], Bickert [2], Johne [3], Kaye y Boardman [4].	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Cálculo de la concentración de sólido y la velocidad de sedimentación en función de las distancias de los centros de partículas fuente: Brewer [17]	18
Tabla 3.1 Caracterización de partículas Geltech utilizando espectrómetro de difracción láser y microscopio electrónico de barrido, fuente: Salinas Salas 2007	32
Tabla 3.2 Datos físicos Geltech 201® fuente: Salinas Salas [8]	34
Tabla 3.3 Datos físicos Geltech 1001® fuente: Salinas Salas [8]	36
Tabla 3.4 Datos físicos Geltech 1501® fuente: Salinas Salas [8]	38
Tabla 4.1 Velocidad de Stokes de los sistemas de partículas, fuente : Elaboración propia a partir de datos entregados.	43
Tabla 4.2 Valor velocidad normalizada en función de la concentración Geltech 201® fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados.....	44
Tabla 4.3 Valor velocidad normalizada en función de la concentración Geltech 1001® fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados.....	46
Tabla 4.4 Valor velocidad normalizada en función de la concentración Geltech 1501® fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados.....	47