

ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
Capítulo 1. Introducción y visión general del proyecto	1
1.1 Introducción	1
1.2 Justificación del proyecto	2
1.3 El comportamiento y los efectos ambientales del aluminio	3
1.4 Pertinencia	7
1.5 Propósito de la presente investigación	8
1.6 Preguntas importantes relacionadas con la economía circular	8
Capítulo 2. Objetivos	10
2.1 Objetivo general	10
2.2 Objetivos específicos	10
Capítulo 3. Información general sobre las características fisicoquímicas del aluminio anodizado y las zeolitas	12
3.1 Aluminio anodizado	12
3.2 Zeolitas	19
3.2.1 Estructura de las zeolitas	19
3.2.2 Propiedades de las zeolitas	26
3.2.3 Aplicaciones de las zeolitas	30
Capítulo 4. Estado del arte en la síntesis de zeolitas	33
4.1 Introducción	33
4.2 Estado del arte en la síntesis de zeolitas utilizando reactivos puros	33
4.3 Estado del arte en la síntesis de zeolitas revalorizando residuos industriales	41
4.4 Conceptos relacionados	60
Capítulo 5. Métodos de muestreo, síntesis de las zeolitas y métodos de análisis	65
5.1 Introducción	65
5.2 Muestreo en el sitio de lodos de anodizado de aluminio	68
5.3 Determinación del contenido de humedad y pH de los lodos de anodizado	70
5.4 Caracterización de la morfología por microscopía electrónica de barrido	74
5.4.1 Fundamento de la técnica	74
5.4.2 Recubrimiento de la muestra deshidratada	75
5.4.3 Condiciones de operación del microscopio de barrido de electrones.	75
5.5 Determinación de cationes por absorción atómica con llama	75
5.5.1 Fundamento de la técnica	76
5.5.2 Material de laboratorio y reactivos a utilizar	76
5.5.3 Equipos	76
5.5.4 Procedimiento	77
5.6 Determinación de la mineralogía por difracción de rayos X	81
5.6.1 Fundamento de la técnica	82
5.6.2 Equipo y condiciones de operación del equipo sobre muestras en polvo	83
5.7 Determinación de la capacidad de intercambio catiónico	84
5.7.1 Objetivo	84
5.7.2 Alcance del método	84
5.7.3 Fundamento del método	84
5.7.4 Reactivos	85
5.7.5 Equipo	87
5.7.6 Procedimiento	88
5.8 Diseños experimentales de síntesis	93
5.9 Vacíos en información	102

	Página
Capítulo 6. Resultados y discusión	103
6.1 Caracterización fisicoquímica de los lodos de anodizado de aluminio	103
6.1.1 Contenido de humedad y alcalinidad	103
6.1.2 Composición química	104
6.1.3 Mineralogía por DRX	112
6.2 Síntesis de Zeolita NaP1 GIS	114
6.2.1 Síntesis con agente de mineralización NaOH 0.5M	114
6.2.2 Síntesis con agente de mineralización NaOH 1.0M	116
6.2.3 Síntesis con agente de mineralización NaOH 1.5M	118
6.2.4 Síntesis con agente de mineralización NaOH 2.0M	122
6.2.5 Síntesis con agente de mineralización NaOH 2.5M	124
6.2.6 Síntesis con agente de mineralización NaOH 3.0M	127
6.3 Síntesis de Zeolita Linde Type A (LTA)	132
6.3.1 Caracterización del silicato de sodio comercial	131
6.3.2 Resultados de síntesis de LTA muestras 1A y 1B	133
6.3.3 Resultados de síntesis de LTA muestras 2A y 2B	137
6.3.4 Resultados de síntesis de LTA muestras 3A y 3B	140
6.3.5 Resultados de síntesis de LTA muestras 4A y 4B	144
6.3.6 Resultados de síntesis de LTA muestras 5A y 5B	146
6.4 Evaluación comparativa de los resultados de mineralogía para todos los productos sintetizados	150
6.5 Capacidad de intercambio catiónico de la Zeolita Linde Tipo A (LTA) sintetizada.	154
6.6 Aplicaciones de la zeolita LTA y NaP1-GIS	158
Capítulo 7. Conclusiones y Recomendaciones	160