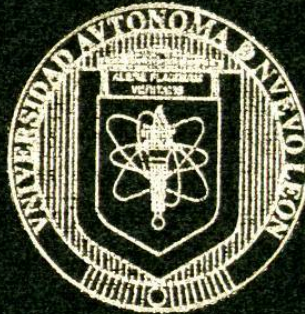


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



INFLUENCIA DE LA ALUMINIA COMO ABSORBEDOR DE
MICROONDAS EN LA RELACION DE FORMACION DE
ESPINEL ALUMINA-MAGNESIA

TESIS

QUE PRESENTA

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
INGENIERIA MECANICA CON ESPECIALIDAD EN MATERIALES

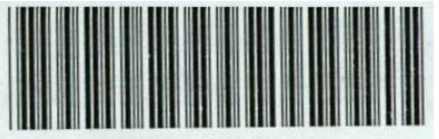
ZAREL VALDEZ NAVA

CIUDAD UNIVERSITARIA

NOVIEMBRE DE 2001

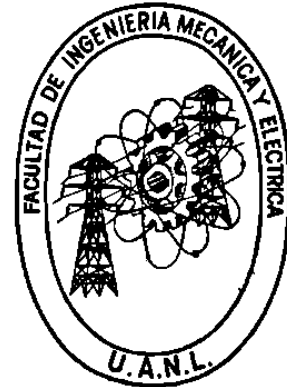
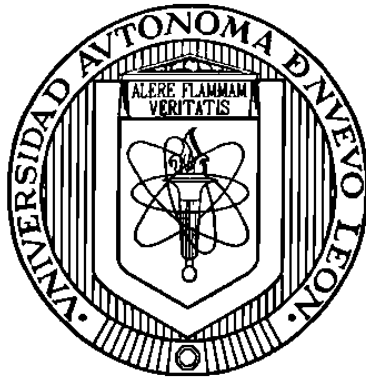
IM
IP786
V3
2001
C1

MEMORANDUM FOR THE RECORD
SUBJECT: [REDACTED]
DATE: [REDACTED]
FROM: [REDACTED]
TO: [REDACTED]



1080117201

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



**Influencia de la alúmina como absorbedor de
microondas en la reacción de formación de espinel
alúmina-magnesia**

T E S I S

Que presenta,
en opción al grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería Mecánica con
especialidad en Materiales

Zarel Valdez Nava

San Nicolás de los Garza, N.L., noviembre de 2001

7M
TP786
-V3
2001



Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
División de Estudios de Postgrado

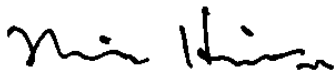
Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis "Influencia de la alúmina como absorbedor de microondas en la reacción de formación de espinel alúmina-magnesia" realizada por el Ing. Zarel Valdez Nava, sea aceptada como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería Mecánica con especialidad en Materiales.

El comité de tesis



Asesor

Dr. Juan Antonio Aguilar Garib



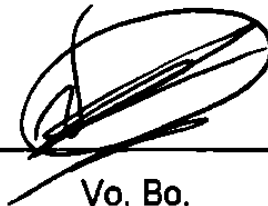
Revisor

Dr. Moisés Hinojosa Rivera



Revisor

Dr. Boris I. Kharisov



Vo. Bo.

M.C. Roberto Villarreal Garza

División de Estudios de Postgrado

San Nicolás de los Garza, N.L., noviembre de 2001

Dedicatoria

A mis padres

Pablo Valdez y Guadalupe Nava, que en muchos aspectos han sido un ejemplo a seguir, además por estar conmigo aún en los momentos difíciles.

A mi mamá grande

Mi Abuelita Mercedes, la jefa, que piensa todos los días en mi, y por que siempre nos motivamos el uno al otro.

A mis hermanos

Zahir y Yazel, que son además mis compañeros y amigos.

A Iliana Torres

Mi novia, por apoyarme en todo momento.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a la Universidad Autónoma de Nuevo León y al Doctorado de Ingeniería de Materiales de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (DIMAT), por su apoyo en la realización de este trabajo.

Al Dr. Juan A. Aguilar, por brindarme la oportunidad de trabajar con él, y porque siempre ha tenido tiempo para escucharme y orientarme.

Al Dr. Moises Hinojosa, quien me encausó a la investigación en materiales.

A los profesores del DIMAT, cuya guía ha sido invaluable para mi desarrollo personal.

Al Dr. Eduardo Valdés del Tecnológico de Saltillo, por su ayuda en la realización de las difracciones de rayos X para el análisis semicuantitativo.

A Juan y Raul, por su amistad sincera.

ÍNDICE

	Pág.
Prólogo	
Resumen	1
Capítulo 1. Introducción	2
Capítulo 2. Materiales cerámicos	5
2.1 Introducción	5
2.2 Espinel alúmina-magnesia	7
2.3 Fabricación y usos del espinel alúmina-magnesia	9
2.4 Fenómeno de difusión	11
Capítulo 3. Ingeniería de microondas	13
3.1 Introducción	13
3.2 Mecanismos de calentamiento en microondas	14
3.3 Calentamiento volumétrico.....	17
3.4 Control de temperatura en un campo de microondas	18
3.5 Reacción del espinel desde el punto de vista de microondas.....	20
3.6 Difusión en materiales expuestos a microondas.....	23
3.7 Cinética de las reacciones	24
3.8 Modelos cinéticos para la difusión	25
Capítulo 4. Experimentación	27
4.1 Introducción	27
4.2 Diseño del experimento	28
4.3 Experimento con horno convencional	29
4.4 Experimento en horno de microondas	32
4.5 Selección de las muestras	38
4.6 Determinación del contenido de espinel mediante difracción de rayos X.....	38
4.7 Estudio cinético.....	40
Capítulo 5. Resultados y discusión	41
5.1 Introducción	41
5.2 Comparación de historias térmicas.....	41
5.3 Determinación del contenido de espinel	49
5.4 Estudio cinético.....	51

Capítulo 6. Conclusiones	57
Referencias bibliográficas	58
Índice de figuras y tablas	62

Prólogo

Iba a comenzar este prólogo diciendo que “los cerámicos han acompañado al hombre desde los albores de la civilización”, pero me dije que tal vez podría reinventar este cliché; así que digamos ahora que “los materiales cerámicos han sido factor importante en el desarrollo técnico–industrial en el estado de Nuevo León”.

A este respecto, entre las industrias relacionadas con materiales estructurales, se pueden identificar entre las pioneras las industrias del hierro y acero, así como la del vidrio. Cuando a fines del siglo XIX y a principios del XX se establecieron factorías de este tipo, se requirieron grandes cantidades de ladrillos refractarios para los revestimientos de los hornos de fusión, de esta manera se manifestó la necesidad de conocer, de estudiar a fondo las propiedades y estructura de los cerámicos. Sin embargo, agreguemos que, como materiales de construcción los cerámicos ya se habían desarrollado a escala industrial desde antes en Monterrey, donde ya se fabricaban los ladrillos con los que fueron construidos los edificios que aún vemos en las instalaciones de la Fundidora Monterrey. Luego vendría la industria del cemento, con orígenes en Hidalgo, N.L. y en Monterrey, a sumarse al desarrollo técnico, al “know-how” que necesita acompañar al espíritu emprendedor industrial. Me detengo aquí en esta revisión histórica, pues el resto es más reciente y palpable. Pero continúo resumiendo el desarrollo tecnológico de la industria cerámica regional diciendo que se sabe hacer, y muy bien: cemento, losetas, ladrillos, vidrio, azulejos, ladrillos refractarios y otros productos de tipo convencional y ...tradicional.

Recientemente se ha intensificado el estudio científico de los materiales en general y de los cerámicos en particular en la zona de Nuevo León y Coahuila, abarcando estos estudios tanto los aspectos estructurales de los materiales como los procesos modernos para procesarlos. Es en este contexto donde se ubica el trabajo plasmado en el presente documento.

El tesista nos expone un trabajo de varios años que trata de los aspectos profundos y sutiles relacionados con el procesamiento de un material cerámico “avanzado”; y no sólo el material se aleja de lo tradicional, sino que el proceso de obtención del mismo también es moderno y de vanguardia. Por las razones que el lector seguramente encontrará en las páginas siguientes, este estudio representa una aportación que contribuye a elevar el nivel cultural, en su aspecto tecnológico y científico, en nuestra región.

Moisés Hinojosa

San Nicolás de los Garza, a 31 de octubre de 2001