The background of the cover is a photograph of a modern building with a curved facade and large windows. The building is white with a blue vertical stripe. To the right, there are large, leafy green trees. The sky is bright and clear. The text is overlaid on a white rectangular area in the lower right portion of the image.

Vol. 5
**Ciencias de Ingeniería y
Tecnología – B**

1er Simposio Internacional de Desarrollo Tecnológico

*Compilador
Hugo García Vargas*



Ciencias de Ingeniería y Tecnología - B

1er Simposio Internacional de Desarrollo Tecnológico

Universidad Politécnica del Bicentenario
Carretera Estatal Silao-Romita Km. 2
San Juan de los Durán, Silao de la Victoria, Guanajuato, México
C.P. 36283
www.upbicentenario.edu.mx

Primera edición 2014

ISBN 978-607-96471-6-2 Ciencias de Ingeniería y Tecnología - B

Se autoriza el uso y contenido de esta obra, siempre y cuando se cite la fuente

ÍNDICE

Prólogo	4
Equilibrios de Formación de Complejos de Manganeso (II)-2,2'- Bipiridina para su Aplicación en Sistemas de Fotosíntesis Artificial.....	6
Análisis de la red de transporte colectivo urbano de pasajeros en la ciudad de Morelia, Michoacán.....	11
Caso práctico de Inversión para la renovación de vehículos en una empresa de Autotransporte utilizando como herramienta de financiamiento el Decreto de Chatarrización.....	15
Desarrollo de banco de pruebas para el estudio de flujo en dos fases	19
Estudio de propiedades eléctricas en tejidos óseos controlados	23
Implementación de contenedores de alúmina en el borurado en caja.....	28

Prólogo

El objetivo de la presente administración federal es llevar a México a su máximo potencial en un sentido amplio, además del crecimiento económico o el ingreso, factores como el desarrollo humano, la igualdad sustantiva entre mujeres y hombres, la protección de los recursos naturales, la salud, educación, participación política y seguridad, forman parte integral de la visión que se tiene para alcanzar dicho potencial como se plasma en el Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018 (PND, 2013). En este ámbito se han planteado cinco metas nacionales (México en paz, México incluyente, México con educación de calidad, México prospero, México con responsabilidad social), divididas en objetivos, estrategias y líneas de acción. En la meta nacional de México con educación de calidad en el objetivo 3.5 que describe como hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible. Con estas acciones se hace evidente el compromiso del gobierno federal en el apoyo al desarrollo tecnológico como una estrategia primordial en el desarrollo integral de la sociedad mexicana. En el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Guanajuato 2035 (PLAN 2035, 2013) se definen estrategias y proyectos para vincular la economía con el humanismo a través del conocimiento y así tener al desarrollo humano y social como eje rector del desarrollo sustentable, equilibrado y equitativo en el estado, en este plan se describen cinco dimensiones estratégicas (humana y social, administración pública y estado de derecho, economía y medio ambiente y territorio), a su vez para cada dimensión se establecen componentes con sus objetivos estratégicos y particulares definiéndose líneas de acción para estos, es así como el gobierno del estado de Guanajuato en concordancia con el plan nacional de desarrollo define sus acciones para elevar la calidad de vida de la población. Con esta visión, el estado de Guanajuato asume la importancia de la divulgación del quehacer científico como una herramienta de integración de los sectores académico, productivo y social en busca del desarrollo sustentable, equilibrado y equitativo en el estado.

Fresán-Orozco (2004) describe el extensionismo universitario como una función estratégica que articula la docencia y la investigación con los sectores económicos

productivo, social y el mismo académico, esto con el objetivo de la consolidación de la misma universidad y el desarrollo de las regiones.

Sifuentes et al. (2011) describen el extensionismo universitario como la proyección de la cultura universitaria hacia la sociedad con la finalidad de contribuir al desarrollo del entorno a través de varias actividades.

Los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) dentro de su marco de referencia mencionan que las Instituciones de Educación Superior (IES) deben realizar actividades de difusión que comuniquen a la sociedad los valores de la cultura tecnológica a través de artículos, reportes de investigación, publicaciones periódicas, libros de texto, conferencias, exposiciones, congresos, etcétera.

La Universidad Politécnica del Bicentenario (UPB) pretende vincular a los sectores académico, productivo y social de la región del municipio de Silao de la Victoria Guanajuato a través de la realización de un Simposio Internacional de desarrollo tecnológico para discutir las acciones de desarrollo tecnológico implementadas en la región con entes de otras regiones del país y el mundo midiendo el impacto de estas acciones en el desarrollo comunitario de su zona de influencia.

Noviembre 2014

Secretaría Académica

Equilibrios de Formación de Complejos de Manganeso (II)-2,2'-Bipiridina para su Aplicación en Sistemas de Fotosíntesis Artificial.

Pérez-Arredondo María de la Luz¹; Gonzalez-Ponce Ma. Del Refugio¹; Nezhualcóyotl Segoviano-Garfias José de Jesús¹.

Departamento de Ingeniería Bioquímica. Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Carretera Irapuato – Silao Km.12.5. C.P: 36821. Irapuato,Gto. Teléfono: (473)1147530. jesus.nezhualcoyotl@itesi.edu.mx

Resumen

En este trabajo se evalúa la estabilidad en disolución del complejo manganeso (II) -2,2'-bipiridina, con la intención de que pueda funcionar como modelo parcial del clúster oxigénico de manganeso-calcio con la intención de contribuir a la tecnología de generación de hidrógeno. Este complejo es el encargado del rompimiento fotocatalítico del agua. Se llevaron a cabo estudios espectrofotométricos de la especiación del sistema manganeso (II) - 2,2'-bipiridina en disolución con metanol, a 24°C. La determinación de las constantes de formación se realizó mediante el procesamiento y refinamiento de los datos espectrofotométricos obtenidos con ayuda del programa HypSpec. Las constantes de formación obtenidas para el sistema Mn (II) -2,2'-bipiridina son: $\log \beta_{110} = 6.99$ y $\log \beta_{120} = 12.99$.

Palabras clave: Constante de formación, Complejo, bipiridina, clúster Mn-Ca

1. Introducción

El rompimiento fotocatalítico del agua en hidrógeno y oxígeno molecular es una de las reacciones más importantes para los seres vivos y es, potencialmente una de las maneras más prometedoras para la conversión fotoquímica y almacenamiento de energía solar. Lo cual, se plantea que es el punto de partida para una economía basada en la generación sustentable de hidrógeno [1, 2]. El proceso de fotosíntesis consiste en la absorción de luz, agua y CO₂ para generar alimento en forma de azúcares, como glucosa, que funciona para el crecimiento y sobrevivencia de las plantas. Para este propósito, las plantas emplean dos complejos proteínicos localizados en las membranas tilacoides de las plantas, algas y cianobacterias; el Fotosistema II (PSII) y el Fotosistema I (PSI) [2-5]. En el PSII la

energía solar divide dos moléculas de agua en cuatro iones hidronio (H⁺), cuatro electrones y una molécula de oxígeno (O₂). En el PSI se utilizan los protones y electrones para el ciclo de la coenzima NADP⁺, que se convierte en NADPH [4]. La formación de oxígeno en el PSII se encuentra en el complejo oxigénico (oxygen-evolving complex, OEC) el cual es un cluster de una estructura oxo-conectada con cuatro átomos de Mn y un átomo de Ca, cuya fórmula empírica es Mn₄CaO_xCl (HCO₃) [4, 6, 7]. Se han propuesto varias hipótesis sobre la formación del oxígeno por el OEC; los detalles del mecanismo catalítico de la oxidación del agua continúan siendo polémicos, debido a las incertidumbres de la estructura, la secuencia de los cambios de oxidación y el patrón de liberación de protones. Sin embargo, existe un consenso de que al menos dos estados S de transición (S₀→ S₁ y S₁→S₂) involucran la oxidación del manganeso. Las transiciones S₂→ S₃ y S₃→S₄ todavía son una controversia en cuanto a si ocurre una oxidación en el centro del metal o en el centro del ligante. La rápida oxidación del sustrato de las dos moléculas de agua ocurre en la transición S₄→S₀ [2].

La generación de modelos de clústeres metálicos oxigénicos y el desarrollo de la fotosíntesis artificial, es un campo potencial de gran aplicación. Se han investigado diversos compuestos metálicos para su aplicación en la fotosíntesis artificial [8]. Uno de los oxidantes estudiados más importantes, en sistemas de oxidación en agua es el tris (2,2'-bipiridina) rutenio (III) ó [Ru (bpy)₃]³⁺. [8, 9].

Con el objetivo de imitar la estructura del OEC del PSII, se han sintetizado muchos compuestos de manganeso. Al ser ambientalmente amigable y de bajo costo, lo hace un buen candidato para su aplicación en la fotosíntesis artificial [2, 8]. Se han reportado pocos complejos de manganeso capaces de catalizar la oxidación del agua [2, 9]. Sin embargo, algunos óxidos de manganeso como catalizadores heterogéneos, muestran una actividad prometedora

frente a la oxidación en agua en presencia de oxidantes de transferencia no-oxo [9]. Algunos otros catalizadores han sido reportados como poseedores de capacidades para la oxidación del agua, sin embargo, se basan en metales de costo elevado y/o sales con efectos teratogénicos [10].

El Mn(II), que es un d^5 , generalmente minimiza las repulsiones ligando-ligando mediante la formación de compuestos tetraédricos u octaédricos [11]. En los estados 2, 3 y 4 de oxidación, de manganeso se clasifica como un ácido de Lewis duro [11, 12]. Por lo tanto, forma los complejos más estables con bases de Lewis duros, tales como oxoaniones. Algunos oxoaniones biológicamente relevantes incluyen al carboxilato, fenolato, alcóxido e hidróxido. El cambio de ligantes en el manganeso está regido por dos factores: el primero es el cambio en LFSE en la formación de las especies intermedias y el segundo es la energía necesaria para romper la interacción electrostática entre el metal y el donante. Se puede perder ligeramente la energía de

estabilización. En mayor proporción se pierde cuando Mn (II) o Mn (III) forman complejos pentacoordinados[11].

El ligante 2,2'-bipiridina es un compuesto neutro, usado como agente quelatante. Se comporta como ligante bidentado, y usualmente los complejos metálicos con bipiridina presentan propiedades fotoquímicas[13]. En este trabajo se reportan las constantes de formación de los complejos de manganeso (II) con 2,2'-bipiridina en disolución de metanol, determinando las especies predominantes en este sistema. Así mismo se plantea evaluar la estabilidad de los complejos encontrados, para que puedan funcionar como modelo parcial del cluster manganeso-calcio. En la Tabla 1, se muestra una revisión de constantes de equilibrio para el manganeso (II) con 2,2'-bipiridina en diferentes disolventes y condiciones, determinadas por espectrofotometría, se discuten también, algunos aspectos relacionados con estos sistemas.

Tabla 1. Comparación de las constantes de estabilidad de complejos de manganeso (II) con 2,2'-bipiridina bajo varias condiciones determinadas por el método de espectrofotometría.

Complejo	Log β , temperatura, (°C)	Fuerza iónica/sal	Disolvente	Referencia
[Mn(Bpy)] ²⁺	2.5, 25°C	0.06 M NaClO ₄	DMSO (Dimetilsulfóxido)	[14]
[Mn(Bpy)] ²⁺	2.73, 21°C	0.30M NaClO ₄	Agua	[15]
[Mn(Bpy)] ²⁺	3.1, 25°C	0.06M NaClO ₄	HMPA (hexametilfosfórico triamida)	[16]
[Mn(Bpy)] ²⁺	2.57, 25°C	0.30M NaClO	Agua	[17]
[Mn(Bpy)] ²⁺	2.5, 27°C	0.50M LiClO ₄	Agua	[18]

2. Materiales y métodos

2.1. Materiales

Se utilizó como disolvente al Metanol grado HPLC (Tecsiquim, Mexico), para la determinación de constantes de formación, Mn (NO₃)₂·4H₂O, 2,2'-bipiridina (Sigma-Aldrich) grado reactivo, se utilizaron sin purificación posterior. Para las mediciones espectrales se utilizó un espectrofotómetro UV-Visible Cary 50.

2.2. Estudios de equilibrio espectrofotométricos

Todas las mediciones espectrales se realizan en una celda estándar de cuarzo con 1cm de longitud óptica y 3ml de volumen. La determinación de las constantes de formación se realiza mediante el refinamiento de los datos espectrofotométricos utilizando el programa

HypSpec [19]. El intervalo de espectro estudiado es de 200 a 350 nm.

2.3. Estudios de equilibrio de manganeso (II)-2,2'-bipiridina.

Los experimentos se llevaron a cabo utilizando dos soluciones de concentraciones diferentes de 2,2'-bipiridina (0.00025 y 0.00035 M) y de Mn (NO₃)₂·4H₂O (0.00016 y 0.000216 M). La concentración de 2,2'-bipiridina se varía de 0.0000025 a 0.00005 M y de 0.0000035 a 0.00007 M, respectivamente, en cada experimento. La concentración de manganeso es constante en 0.000016 y 0.0000216 M, respectivamente, utilizando el método de Job modificado [20].

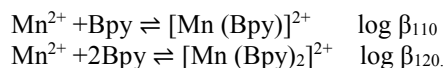
3. Análisis de resultados

3.1. Constantes de formación del complejo manganeso (II)–2,2'-bipiridina

A pesar de que el sistema manganeso (II) – 2,2'-bipiridina ha sido estudiado por el método de espectrofotometría en diversos disolventes como DMSO y HMPA (Tabla 1), hasta donde sabemos, no se ha reportado su constantes de formación en metanol. Las constantes obtenidas en este trabajo en disolución con metanol son mucho mayores que las de referencia, esto puede ser debido a que el metanol al tener un número donador menor que el DMSO y la HMPA, solvatará menos al metal permitiendo así una mejor unión del ligante al metal, aunque esto no se puede afirmar debido a que no se tienen las mismas condiciones entre un experimento y otro, puede ser tomado como alguno de los factores que influyen en el valor de las constantes.

Los espectros electrónicos obtenidos de las soluciones manganeso (II) – 2,2'-bipiridina en metanol están disponibles en la figura 1-(a), (b). Para este sistema, se puede observar que un máximo a 232 nm y otro a 281 nm, comienzan a aparecer a baja concentración de ligante, y conforme la concentración de 2,2'-bipiridina aumenta, se observa un efecto hipercrómico.

La determinación de las constantes de formación β , corresponden al procesamiento de los espectros obtenidos en los dos experimentos a dos concentraciones diferentes de manera simultánea. Los valores de absorbancia a diferentes longitudes de onda se registraron a 24°C. Considerando que sólo se encontraron dos especies coloridas, además de Mn^{2+} y 2,2'-bipiridina, el cálculo de las constantes de formación se realiza utilizando el siguiente modelo:



Los valores logarítmicos de las constantes de formación y los parámetros experimentales son reportados en la Tabla 2 usando el formato TUCK, sugerido por la IUPAC [21]. El espectro electrónico calculado para $[Mn(Bpy)]^{2+}$ y para $[Mn(Bpy)_2]^{2+}$ muestran una absorción máxima a 281 nm con $\epsilon = 19550 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ y $\epsilon = 35296 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$, respectivamente (Figura 1-(c)).

Tabla 2. Parámetros experimentales para el sistema manganeso (II) 2,2'-bipiridina.

Composición de la solución	[T _L] rango de 0.00000256 a 0.0000486, 0.00000348 a 0.0000661 mol L ⁻¹ [T _M] constante a 0.000016, 0.0000216 mol L ⁻¹		
	Fuerza iónica, electrólito		No usado
	Rango de pH		No usado
Método experimental	Espectrofotometría		
Temperatura	24°C		
Número total de puntos	Complejos de Mn : 35 espectros de la solución		
Método de calculación	HypSpec		
Especies	Equilibrio	Log β	σ
$[Mn(Bpy)]^{2+}$	$Mn^{2+} + Bpy \rightleftharpoons [Mn(Bpy)]^{2+}$	$\log \beta_{110} = 6.9 \pm 0.6$	0.018
$[Mn(Bpy)_2]^{2+}$	$Mn^{2+} + 2Bpy \rightleftharpoons [Mn(Bpy)_2]^{2+}$	$\log \beta_{120} = 12.9 \pm 0.5$	

3.2. Curvas de distribución de complejos manganeso (II) – 2,2'-bipiridina

El diagrama de especiación del sistema Mn (II) – 2,2'-bipiridina se muestra en la Figura 1-(d). Para una solución a concentración equimolar de manganeso (II) y 2,2'-bipiridina (a 0.000016 M

o 0.0000216 M, para los experimentos a baja y alta concentración respectivamente), se tiene una abundancia aproximadamente de 60% del complejo $[Mn(Bpy)]^{2+}$. Pero si tienen dos equivalentes molares de 2,2'-bipiridina por manganeso se genera aproximadamente el 95% del complejo bis.

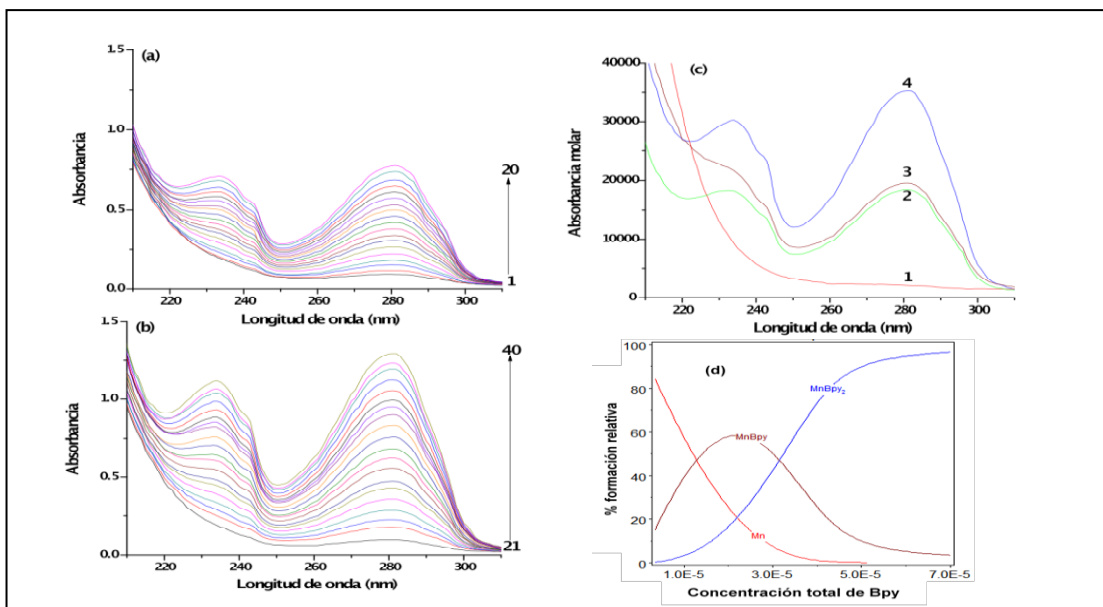


Figura 1. (a) Espectros de absorción del sistema manganeso (II) – 2, 2'- bipyridina en solución de metanol para los espectros del 1 al 20, $[Mn(II)] = 0.000016\text{ M}$ y la concentración de 2, 2'- bipyridina (M): (1) 0.0000025; (2) 0.000005; (3) 0.0000075; (4) 0.00001; (5) 0.0000125; (6) 0.000015; (7) 0.0000175; (8) 0.00002; (9) 0.0000225; (10) 0.000025; (11) 0.0000275; (12) 0.00003; (13) 0.0000325; (14) 0.000035; (15) 0.0000375; (16) 0.00004; (17) 0.0000425; (18) 0.000045; (19) 0.0000475; (20) 0.00005. (b) Para los espectros del 21 al 40, $[Mn(II)] = 0.0000216\text{ M}$ y la concentración de 2, 2'- bipyridina (M): (21) 0.0000035; (22) 0.000007; (23) 0.0000105; (24) 0.000014; (25) 0.0000175; (26) 0.000021; (27) 0.0000245; (28) 0.000028; (29) 0.0000315; (30) 0.000035; (31) 0.0000385; (32) 0.000042; (33) 0.0000455; (34) 0.000049; (35) 0.0000525; (36) 0.000056; (37) 0.0000595; (38) 0.000063; (39) 0.0000665; (40) 0.00007. (c) Cálculos de los espectros electrónicos de los complejos manganeso (II) – 2, 2'- bipyridina en metanol. (1) Mn^{2+} ; (2) Bpy; (3) $[Mn(Bpy)]^{2+}$; (4) $[Mn(Bpy)_2]^{2+}$. (d) Curvas de formación de los complejos manganeso (II) – 2, 2'- bipyridina en metanol. $[Mn]^{2+} = 0.0000216\text{ M}$ y 2, 2'- bipyridina para el intervalo de 0.0000035 a 0.00007 M.

4. Conclusiones

Debido a que no se usó la fuerza iónica, las constantes de formación determinadas en este trabajo sólo se pueden utilizar cuando se compara con sistemas medidos en condiciones similares y debido a esto, los valores obtenidos aquí, no deben ser considerados como constantes de estabilidad termodinámica.

Es necesario realizar estudios de estabilidad en disolución del complejo manganeso (II) – 2,2'-bipyridina con halógenos, para evaluar el comportamiento, la estabilidad y transferencia de carga del sistema, así como comparar espectralmente con el clúster manganeso-calcio para encontrar las similitudes y diferencias entre estos y así promover que el complejo manganeso (II) – 2,2'-bipyridina–pseudohalógeno forme parte de un modelo espectral del clúster manganeso–calcio.

Referencias

- [1] Amouyal, E., "Photochemical production of hydrogen and oxygen from water: A review and state of the art". Solar Energy Materials and Solar Cells, 1995. 38 p. 249-276.
- [2] Najafpour, M.M., "Calcium-manganese oxides as structural and functional models for active site in oxygen evolving complex in photosystem II: Lessons from simple models". Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 2011. 104 p. 111-117.
- [3] Zhang, C., "Low-barrier hydrogen bond plays key role in active photosystem II $\hat{a}E$ " A new model for photosynthetic water oxidation". Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics, 2007. 1767(6): p. 493-499.

- [4] Arismendi Romero, G., "Fotosistema II y fotosíntesis artificial: buscando una nueva alternativa energética". 2013. Vol. 25. 2013.
- [5] Barber, J., "Crystal Structure of the Oxygen-Evolving Complex of Photosystem II". *Inorganic Chemistry*, 2008. 47(6): p. 1700-1710.
- [6] Zhao, Z.-G., "In-Situ Formation of Cobalt-Phosphate Oxygen-Evolving Complex-Anchored Reduced Graphene Oxide Nanosheets for Oxygen Reduction Reaction". *Sci. Rep.*, 2013. 3.
- [7] Bruce, D.W., D. O'Hare, and R.I. Walton, "Molecular Materials". 2010: Wiley.
- [8] Arifin, K., "Bimetallic complexes in artificial photosynthesis for hydrogen production: A review". *International Journal of Hydrogen Energy*, 2011. 37(4): p. 3066-3087.
- [9] Najafpour, M.M., "Nano-sized manganese oxides as biomimetic catalysts for water oxidation in artificial photosynthesis: a review". *Journal of The Royal Society Interface*, 2012. 9 (75): p. 2383-2395.
- [10] Liu, X. and F. Wang, "Transition metal complexes that catalyze oxygen formation from water: 1979–2010". *Coordination Chemistry Reviews*, 2011. 256(11–12): p. 1115-1136.
- [11] Pforraro, V.I., "structural proposals for the manganese centers of the oxygen evolving complex: an inorganic chemist's perspective". *Photochemistry and Photobiology*, 1988. 48(2): p. 249-264.
- [12] Miessler, G.L. and D.A. Tarr, "Inorganic chemistry". 2004: Rex Bookstore, Inc.
- [13] Balboa Benavente, S., "Química de coordinación de iones metálicos en estado de oxidación II derivados de alfa-hidroxicarboxilatos". 2007: Univ Santiago de Compostela.
- [14] Abe, Y. and G. Wada, "The Relationships between the Formation Constants of 2,2'-Bipyridine Metal(II) Complexes and the Donor Numbers of Solvents". *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 1987. 60(5): p. 1936-1938.
- [15] Doss, R. and R. Van Eldik, "High-pressure temperature-jump evidence for an Ia mechanism for substitution reactions of manganese (II) in aqueous solution". *Inorganic Chemistry*, 1982. 21 (11): p. 4108-4109.
- [16] Abe, Y. and G. Wada, "The Formation Constants and Configurations of the Complexes of Cr(II), Mn(II), Fe(II), Co(II), Cu(II), and Zn(II) with 2,2'-Bipyridine and of Co(II) with 2,2':6',2'-Terpyridine in Hexamethylphosphoric Triamide". *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 1981. 54 (11): p. 3334-3339.
- [17] Hague, D.N. and S.R. Martin, "Kinetics of ternary complex formation between manganese (II) species and 2,2 [prime or minute]-bipyridine". *Journal of the Chemical Society, Dalton Transactions*, 1974(3): p. 254-258.
- [18] Sone, K.z., P. Krumholz, and H. Stammreich, "Studies on the Coördinate Bond. III. Absorption Spectra of Mono-dipyridyl and Mono-o-phenanthroline Complexes". *Journal of the American Chemical Society*, 1955. 77(3): p. 777-780.
- [19] Gans, P. and A. Sabatini, "HypSpec" 2014. p. Software para la determinación de constantes de equilibrio por datos espectrofotométricos
- [20] Harris, D.C. and V.B. Navarro, "Análisis químico cuantitativo". 2007: Reverte.
- [21] Tuck, D.G., "A proposal for the use of a standard format for the publication of stability constant measurements, in *Pure and Applied Chemistry*". 1989. p. 1161.

Análisis de la red de transporte colectivo urbano de pasajeros en la ciudad de Morelia, Michoacán

Chávez Valencia José¹, Ramírez Cabrera Norma Lizbeth¹, Zavala Villagómez Monica²

¹ Universidad Politécnica del Bicentenario, Carretera. Silao - Romita Km 2, San Juan de los Duran, C.P. 36283, Guanajuato México.

² Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo UMSNH. Ciudad Universitaria, C.P 58020, Morelia, Michoacán México.

Resumen

La ciudad de Morelia, capital del estado presenta una problemática fuerte en el sistema de transporte, lo que ha llevado a tener congestionamientos, contaminación y un deficiente y costoso sistema de transporte público. La solución no es directa y mucho menos lineal, se necesita la participación de las instituciones, la sociedad y el usuario, para desarrollar proyectos integrales que nos permitan mejorar la apariencia y el sistema de transporte de esta ciudad.

El copiar modelos o metodologías de otros países no es una alternativa de solución, se debe analizar las peculiaridades de la ciudad y desarrollar el modelo que mejor ajuste. En este trabajo se analizaron los conceptos de red, rutas, tarifas, vialidades, infraestructura, vehículos de un sistema de transporte complejo, no por su dimensión, si no por las nulas políticas de administración que le han aplicado.

Palabras clave: Transporte colectivo, red de transporte, pasajeros, encuesta, análisis.

1. Introducción

El complejo problema del transporte público de pasajeros, involucra la circulación de unidades del transporte local sobre vialidades de jurisdicción federal e incrementa la densidad de tránsito en los diferentes accesos a la zona urbana de Morelia, provocando congestionamientos y propiciando condiciones de inseguridad. La problemática anterior obliga, en consecuencia, a considerar el marco jurídico y normativo del ámbito federal y requiere de la participación de la

autoridad federal, a través del Centro SCT, Michoacán.

Uno de los propósitos básicos de la planificación de los transportes de pasajeros es mejorar las condiciones del movilidad masiva de personas, de manera que el tránsito se realice con eficiencia y suficiencia y al menor costo posible (para usuarios y prestadores de servicio). Mejorar las condiciones de flujo de las personas, implica el mejoramiento de otros elementos asociados al transporte como la infraestructura vial, los equipos de transporte, los métodos de operación y a la vez los impactos socioeconómicos y al medio ambiente.

En la planeación del transporte, deben considerarse todos los modos de transporte; no se puede eludir el automóvil como vehículo de transporte particular, pero debe limitarse su uso y dar mayores facilidades al transporte público. Aún más, para muchos, una alternativa viable que asegura una posibilidad de accesibilidad para todos y facilite la movilidad urbana son las ciclovías; son un elemento estratégico en la solución del problema del transporte urbano y para el desarrollo sustentable de las ciudades.

El desarrollo e impulso a determinado modo de transporte está influenciado por diferentes factores humanos, económicos, urbanísticos, tecnológicos y del medio ambiente; los cuales en la planeación del transporte deben tenerse en cuenta.

2. Situación actual

La red de transporte colectivo urbano de la ciudad de Morelia Michoacán tiene una problemática que genera mayor tráfico de la ciudad y un impacto negativo en el medio ambiente, esto probablemente sea debido al gran número de unidades que contemplan cada ruta o por traslape de rutas, pues está demostrado que las rutas y derroteros que cubren estas unidades se traslapan con otras modalidades de transporte.

La infraestructura para el transporte no cumple con la normativa mexicana o extranjera y en ocasiones provoca accidentes tanto para el usuario como para las unidades o vehículos que prestan el servicio; esto dado por la escasa aplicación o existencia de programas de regulación o de reordenamiento del sistema de transporte conforme el crecimiento la ciudad, lo que ha provocado invasión de carreteras a nivel federal.

En cuanto a la ciudad de Morelia, ésta crece a ritmo acelerado y existen pocos o nulos estudios sobre la red de transporte colectivo urbano, lo que genera a futuro incremento en la cantidad más no en la calidad del servicio que actualmente se está ofreciendo.

3. Metodología

Para la realización de la tesis se siguió el siguiente esquema de trabajo:

- Recopilación de información documental
- Proceso de digitalización de la información
- Análisis de los datos digitalizados
- Comparar las teorías, axiomas, hipótesis, etc. con los resultados obtenidos del análisis y con lo que ocurre en la situación actual del sistema de transporte público
- Establecer propuestas de mitigación a la problemática observada.

4. Análisis de resultados

La ciudad de Morelia, capital del Estado de Michoacán, se ubica al norte, cuyas coordenadas

geográficas son $101^{\circ} 11' 30''$ de Longitud Oeste y $19^{\circ} 42' 16''$ de latitud Norte a una elevación promedio de 1,900 msnm. El área territorial del municipio de Morelia tiene 1,336 km², que corresponde aproximadamente al 2.2% del territorio del estado.

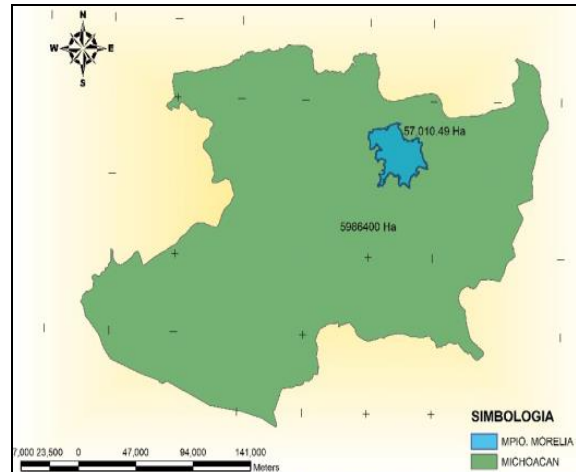


Fig. 1. Macrolocalización del municipio de Morelia.

La ciudad de Morelia cuenta con 7,000 km de vialidades que conforman su estructura urbana vial, clasificadas en base a la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), por su carácter funcional, más que por características geométricas, pues la mayoría de las calles del centro son angostas, de geometría variable en su sección transversal, no continuas y no hay un sistema completamente estructurado y comprende cinco categorías: Vía regional; Vía subregional; Vías primarias; Vías secundarias; y Vías locales [1].

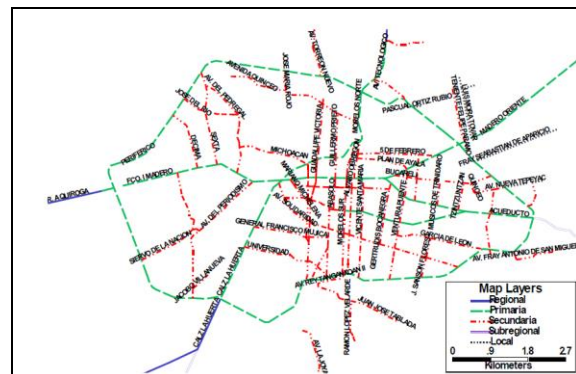


Fig. 2. Estructura urbana vial de la ciudad de Morelia.

El número de paradas oficiales existente es de 301 de acuerdo al Tránsito Municipal de la ciudad de Morelia, estas son de tipo parabus y se encuentran sobre la vialidad, como se muestra a continuación en la siguiente figura.



Fig. 3. Parada tipo parabus de la ciudad de Morelia.

La operación del transporte público de pasajeros se caracteriza por diferentes aspectos, asociados al parque vehicular, las rutas y derroteros, la oferta y la demanda de transporte. Complementariamente se ve afectada por la infraestructura asociada al transporte.

En base a información recabada en La Comisión Coordinadora del Transporte (COCOTRA), organismo público descentralizado, sectorizado a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), este organismo, mas normativo que operativo, atiende sin embargo el control operativo de los servicios público de transporte de "Combis", además clasifica el sistema de transporte colectivo de la ciudad de Morelia Michoacán, en nueve categorías o modalidades que se resumen a continuación:

Nº	Modalidad	Nº de Rutas	Nº de Unidades
1	Colectivo urbano	53	1639
2	Urbano	38	215
3	Urbano-Suburbano	11	60
4	Suburbano	9	52
5	Foráneo de 1ª Clase	51	19
6	Foráneo de 2ª Clase	51	190
7	Auto de Alquiler (taxi)	NR	8157
8	Colectivo Suburbano	NR	2
9	Colectivo Foráneo	NR	25
Total		213	10,359.00

Fuente: COCOTRA. 2010 NR= No reportado

Fig. 4. Categorías del transporte colectivo en la Ciudad de Morelia, (enero 2010).

En la modalidad de colectivo urbano se puede observar que se tiene registro de cincuenta y tres rutas, agrupadas en tres organizaciones, más sin embargo haciendo un análisis de campo se

puede constatar que existen más de cincuenta y seis rutas, es importante resaltar que sus características varían, la reglamentación existente y la vigilancia de las autoridades es muy escasa.

La frecuencia de paso para el 53 % de las rutas es mayor a 10 minutos y solo el 15 % tiene frecuencias de paso menores a 6.5 minutos. El valor promedio es de 10 minutos; el máximo corresponde a 14 minutos. La ruta Roja 1 es la que registra la menor frecuencia de paso con 5 minutos.

Analizando los resultados de las encuestas realizadas para el estudio, la problemática del transporte colectivo, observada por los usuarios se resume en los siguientes aspectos:

- Antigüedad y deficiencia en la cantidad de la flota vehicular.
- Aspecto en general de las unidades: descuido en higiene y mantenimiento.
- Deficiencia en longitud y flexibilidad de las rutas
- Sobrecupo de pasajeros en la unidad
- Mal trato de los usuarios (conductores)
- Exceso de velocidad de la unidad
- Tiempos de espera altos
- Horario de servicio insuficiente
- Costo del transporte
- Discontinuidad en las paradas

5. Conclusiones

Un punto importante es que la oferta de transporte es un servicio y no una mercancía. Por lo tanto, no se pueden hacer estoques para utilizar en los periodos de mayor demanda. Muchas características de los sistemas de transporte provienen de su naturaleza como servicio. En cuanto al análisis realizado se determinó lo siguiente: [2].

- La vialidad primaria actual, identificada como tal no contribuye en mucho a facilitar el

transporte público y privado, pues los desarrollos no son continuos, son frecuentes las demoras en cruceros y se comparten la misma vialidad el transporte colectivo y el privado, entre otros aspectos. Para el transporte suburbano, igualmente se requiere redefinir rutas pero a la vez proporcionar la infraestructura adecuada. La comunicación entre la zona urbana y las suburbanas de los centros de población requiere de enlaces viales de altas especificaciones, de manera que exista conexión entre los circuitos existentes y los de proyecto.

- El sistema de transporte público en la ciudad de Morelia tiene una estructura compleja, constituida por una diversidad de operadores en su mayoría agrupados en Asociaciones y algunos de forma independiente. Esto hace complejo el entendimiento de su organización y como consecuencia de esta diversidad y de una relativa libertad de actuación por parte de ellos, ha resultado difícil la obtención de información sobre el sistema en general y presenta algunas imprecisiones lo que provoca que se realicen análisis cuantitativos inadecuados.
- En la mayoría de los casos no se tiene el conocimiento por parte de la COCOTRA (organismo regulador del transporte público urbano en la ciudad), del número de unidades que prestan el servicio, ni en la modalidad en que se pueden clasificar.
- Existe mucho desorden en el sistema de transporte público, en términos de rutas, itinerarios, unidades, concesiones, etc. Prácticamente el 100% de los itinerarios pasan por el área central del municipio de Morelia y la cobertura geográfica es muy amplia. Las agrupaciones de transportistas siguen teniendo fuerte fuerza política junto con los permisionarios y los análisis de demanda son realizados independientemente por cada ruta,

por lo que no configuran un sistema de rutas de transporte público. [3].

En general, se puede decir, que el transporte público de Morelia es un servicio malo, dando una mala imagen para sus usuarios, entre sus principales problemas, se destaca el estado de las concesiones y tarifas. El problema del transporte está vinculado a todo el estado y es muy difícil aislar solamente la problemática de Morelia, eso es debido a que las alianzas de camioneros que operan en todo el estado de Michoacán.

Es necesario impulsar la educación vial a los usuarios del transporte, la reducción de número de asociaciones y de número de rutas o al menos que estas no pasen por el centro histórico, actualizar la flota, aumentar las zonas y calidad de ascensos y descensos del transporte, mejorar las condiciones de las vías por las que transitan las unidades, así como de las condiciones de comodidad y seguridad para los usuarios, principalmente.

Referencias

- [1] Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL). *“Programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas”*. Tomo II. SEDESOL, México, 2008.
- [2] Ortúzar Juan de Dios, Willumsen G. Luis. *Modeling Transport*. 4th edición. Editorial Willey.
- [3] LOGIT SA de CV, Logística Informática y Transporte. *Estudio Integral de vialidad y transporte Urbano para la ciudad de Morelia*. Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL). Morelia, Michoacán. 2002. 300 págs.

Caso práctico de Inversión para la renovación de vehículos en una empresa de Autotransporte utilizando como herramienta de financiamiento el Decreto de Chatarrización.

Ramírez Cabrera Norma Lizbeth¹, Chávez Valencia José¹, Monzón Falcón Juan Manuel², de la Rosa Rivera Felipe¹, Pérez González Russell¹

¹ Sección de Ingeniería en Logística y Transporte, Universidad Politécnica del Bicentenario, Carretera Silao-Romita Km.2 Colonia San Juan de los Duran, Silao, Gto., México, C.P.3628

² Doctorado en Administración y Estudios Organizacionales, Universidad de la Salle Bajío, Av. Universidad #602, Lomas del Campestre, Leon, Gto, México, C.P. 37150

Resumen

En México los transportes constituyen actividades estratégicas para fomentar el desarrollo económico y social, representan la infraestructura básica para integrar el territorio nacional y vincularnos con el exterior, por lo que su adecuado funcionamiento permite abrir nuevos mercados, articular regiones y desarrollar el comercio internacional. Por ello, la importancia de los transportes en la capacidad de crecimiento y en el desarrollo del país, resulta indispensable la modernización del sistema de transporte para incrementar la calidad, capacidad y la eficiencia de los servicios.

La preocupación de las empresas en la “Creación de Valor” es fundamental para maximizar su riqueza generando la satisfacción del cliente, por ello se analiza el beneficio fiscal a través del Decreto de Chatarrización, el cual ofrece como beneficio fiscal al 15% del valor de tracto camión o por un equivalente a \$140,000 lo que resulte menor a su valor. Este es empleado como estrategia de financiamiento en la renovación de unidades con la finalidad de reducir el ciclo de vida de la flota vehicular, realizando el análisis se obtiene que puede llegar alcanzarse un 5% de la reducción del monto total de inversión por la compra de tracto camiones, lo que puede traducirse en un descuento real del 9% del valor por tracto camión.

Palabras clave: Financiamiento, Chatarrización, innovación, estrategia. Tasa interna de Retorno.

1. Introducción

La “Creación de Valor” en las empresas, tiene como fin último maximizar su riqueza. Para poder maximizar dichos recursos es necesario conocer el valor intrínseco de la empresa el cual dependerá de los Cash Flows futuros.

En la actualidad la sociedad se mueve a una velocidad impresionante. Todos los días aparecen nuevos productos en el mercado que sustituyen a los ya existentes. Por lo tanto los mercados se vuelven muy competitivos y para poder ingresar a ellos es necesaria la constante renovación.

La búsqueda de la competitividad es una tarea de primer orden para la dirección empresarial, por lo anterior se promueve la innovación Tecnología lo cual ayudará a reducir costos, tiempos, ciclo de vida vehicular y le permitirá cumplir con las necesidades de los clientes.

La importancia de un proyecto de inversión que homogenice la creación de valor y la innovación tecnológica radica en saber tomar una buena Decisión de Inversión, a través de la elección de las mejores herramientas de valuación empresarial que nos permitan conocer a fondo nuestro negocio, lo cual permitirá identificar su comportamiento sin dejar a un lado su entorno.

2. Importancia de las Fuentes de Financiamiento

En la vida cotidiana los individuos toman decisiones en forma rutinaria para elegir una u otra alternativa; los ingenieros las toman en su trabajo; los directivos, al supervisar las actividades de otras; los presidentes corporativos, al operar una empresa, y los funcionarios gubernamentales al trabajar por el bien de la comunidad. La mayoría de las decisiones involucran dinero, llamado capital o fondos de capital, que por lo general existen cantidades limitadas. La decisión de donde y como invertir dicho capital limitado está motivada por el objetivo principal de agregar valor cuando se consiguen los resultados futuros que se espera obtener. La ingeniería Económica desempeña un papel vital para la toma de decisiones de inversión de capital. Es común que los factores en que se basa una decisión sean una combinación de elementos económicos y no económicos. La ingeniería económica se ocupa del estudio de los factores económicos. Fundamentalmente la ingeniería económica implica formular, estimar y evaluar los resultados económicos cuando existen alternativas disponibles para llevar a cabo un propósito definido. Las técnicas matemáticas simplifican la evaluación económica de alternativas. (1)

La elección de las alternativas dependerá de los costos financieros que se pagarán al adquirir el capital necesario para realizar la inversión sin embargo se requiere de una adecuada valuación del proyecto de inversión y conocer el estatus actual para identificar el costo beneficio.

3. Decreto de Chatarrización y la gestión del beneficio fiscal.

El autotransporte al pertenecer a un Sector de vital importancia al Comercio Internacional, resulta relevante fomentar la innovación tecnológica en su equipo, ya que las empresas que sobreviven a estos cambios son aquellas que se preocupan por ofrecer un valor agregado a sus clientes, al ofrecer TIC (Tecnología de la información y la Comunicación) de primera mano, innovando e invirtiendo en su flota anualmente, a través de apoyos gubernamentales, con beneficios fiscales como lo es el Decreto de Chatarrización, cuya finalidad del gobierno es

reducir el ciclo de vida del transporte, la cual se registró en el 2013 por 15.04 años (SCT, 2014).

El decreto de Chatarrización en el Artículo décimo quinto establece que se otorga un estímulo fiscal a los contribuyentes fabricantes, ensambladores o distribuidores autorizados, residentes en el país, que enajenen tracto camiones tipo quinta rueda, camiones unitarios de 2 ejes con peso bruto vehicular mínimo de 11,794 kg., camiones unitarios de 3 ejes con peso bruto vehicular mínimo de 14,500 kg., o autobuses integrales y convencionales con capacidad de más de 30 asientos de fábrica, nuevos, año modelo 2003 en adelante, siempre que reciban de los adquirentes de dichos vehículos, a cuenta del precio de enajenación, tracto camiones tipo quinta rueda, camiones unitarios de 2 ejes con peso bruto vehicular mínimo de 11,794 kg., o camiones unitarios de 3 ejes con peso bruto vehicular mínimo de 14,500 kg., con veinte años o más de antigüedad, o autobuses integrales y convencionales, con capacidad de más de 30 asientos de fábrica, con quince años o más de antigüedad. Para estos efectos, se considera que los vehículos son nuevos, cuando no se hayan usado en México o en el extranjero, antes de la enajenación, y se entiende por peso bruto vehicular el peso del vehículo, sumado al de su máxima capacidad de carga conforme a las especificaciones del fabricante y al de su tanque de combustible lleno. El estímulo a que se refiere este artículo consiste en un crédito equivalente a la cantidad que resulte menor entre el precio en el que se reciban los vehículos usados, el 15% del precio del vehículo nuevo o la cantidad que en el caso de Tracto camiones tipo quinta rueda, \$140,000.00 mn (2)

Con el Programa de Modernización del Autotransporte Federal se busca impulsar la competitividad del subsector a través de una flota más eficiente, moderna, segura y sustentable en términos ambientales. Durante 2013, la SCT y Nacional Financiera, S.N.C. (NAFIN), trabajan en el diseño de programas específicos, orientados a hombres-camión y pequeños transportistas, que actualmente no son sujetos de crédito ante las instituciones financieras, para que puedan acceder a mejores condiciones de financiamiento, con tasas de interés más competitivas e incentivar el ciclo de renovación de la flota del Autotransporte Federal. De enero a junio de 2013 NAFIN reportó que se financiaron 3,082 unidades, por un monto de 1,638 millones de pesos, beneficiando con ello a un total de 1,699 empresas transportistas. El

esquema de sustitución vehicular (Chatarrización), consiste en el otorgamiento de un estímulo fiscal por la destrucción de un vehículo obsoleto, hecho efectivo al adquirir una unidad nueva o usada de hasta seis años de antigüedad, la cual sustituye a un vehículo de más de 10 años que haya prestado el Servicio Público Federal de carga o pasajeros. El estímulo fiscal equivale a la cantidad que resulte menor entre el precio en el que sean recibidos los vehículos usados, el 15% del precio del vehículo adquirido o la cantidad especificada, según el tipo de vehículo a adquirir. En el periodo de enero a junio de 2013 fueron destruidas 3,317 unidades, lo que significó un incremento de 20.4% respecto del mismo periodo en 2012 de acuerdo a la Fig. 1 Financiamiento y Esquema de sustitución Vehicular. (3)

FINANCIAMIENTO DEL AUTOTRANSPORTE FEDERAL, 2012-2013					
Concepto	Datos anuales		Enero-Junio		
	2012	Meta 2013	2012	2013 p/	Var. %anual
Monto (millones de pesos)	2,288	ND	1,060	1,638	54.5
Unidades vehiculares	4,704	3,500	2,551	3,082	20.8

ESQUEMA DE SUSTITUCIÓN VEHICULAR (CHATARRIZACIÓN), 2007-2012					
Concepto	Datos anuales		Enero-Junio		
	2012	Meta 2013	2012	2013 p/	Var. %anual
Unidades Chatarrizadas	5,702	4,000	2,754	3,317	20.4

ND No Disponible. p/ Cifras preliminares. Fuentes: NAFIN y SCT, Dirección General de Autotransporte Federal.

Fig. 1. Financiamiento y Esquema de sustitución Vehicular

4. Caso de aplicación del Financiamiento de una inversión de flota vehicular en una empresa de autotransporte.

El proyecto de inversión tiene por objetivo realizar la compra de 60 unidades de Autotransporte, con la finalidad de llevar a cabo una renovación en su flota y reduciendo el ciclo de vida de sus unidades.

Las unidades que se renovaran son 50 unidades de modelo 2005 y 2006 los cuales exceden cinco años de vida, por lo cual siguiendo la política interna de la empresa se desea llevar a cabo la renovación de estas unidades.

La compra se realizara por 60 unidades con las siguientes características: Tracto camión, marca Kenworth, Modelo T660, año 2014. El costo unitario por estos camiones durante el 2014 fue por \$98,917.41 dólares más IVA dando un monto total por \$114,512.20 dólares por tracto camión, por lo tanto el total de la inversión por las 60 unidades es por un monto de \$ 6, 870,731.74 dólares, considerando un tipo de cambio promedio de 13.13 pesos por dólar, arroja un monto por \$90, 212,707.69 pesos.

Para poder financiar el monto de \$90, 212,707.69 mn, se consideran tres maneras de financiamiento la primera es la venta de unidades 2005 y 2006, financiamiento bancario y tercero el beneficio fiscal por el Decreto de Chatarrización a través de la compra de chatarra.

Las unidades 2005 suman 15 unidades que se venderán por \$580,000.00 mn por unidad y las unidades 2006 suman 35 unidades que se venderán por \$ 640,000.00 mn por unidad obteniendo un total de \$22, 386,637.99 mn por venta de activo fijo usado después de impuestos.

Como segunda fuente de financiamiento se optó por adquirir un crédito bancario por un monto de \$58, 947,362.79 pesos, tomando como referencia a dos instituciones bancarias. Analizando el comportamiento de las instituciones de financiamiento, se decide solicitar su crédito en BANAMEX, debido a que la TIR (Tasa interna de Retorno) anual es de 7% a comparación de Banco del Bajío con una TIR (Tasa interna de Retorno del 10.34 % anual).

La tercera fuente de financiamiento es el Decreto de Chatarrización donde se establece en su Art. Décimo quinto que se otorga un estímulo fiscal a los contribuyentes, que enajenen unidades de autotransporte, en el cual se establecen sus características y requisitos a cumplir. El estímulo a que se refiere este artículo consiste en un crédito equivalente a la cantidad que resulte menor entre el precio en el que se reciban los vehículos usados a que se refiere el primer párrafo de este artículo, el 15% del precio del vehículo nuevo o la cantidad que se especifica a continuación, según corresponda al tipo de vehículo que se enajene el estímulo al que se refiere para Tracto camiones tipo quinta rueda consiste en \$140,000.00 mn.

Calculando lo anterior sobre un precio de \$114,512.20 dólares por tracto camión y un tipo de cambio promedio de \$13.13 pesos por dólar su

valor en pesos representa \$1, 296,159.59 mn sin considerar el IVA por Tracto camión del cual se calcula el 15% de su valor lo cual equivale a \$194,423.93 mn, este valor es mayor al beneficio de \$140,000 mn establecido en el artículo Décimo quinto del Decreto de Chatarrización por lo tanto el beneficio fiscal corresponde solo a \$140,000 mn por unidad.

El flujo de efectivo real que se tiene por la compra de la chatarra y la aplicación del Decreto de Chatarrización es de \$4, 455,000 mn por la compra de 60 unidades tal como se muestra en la Fig. 2.

Decreto Chatarrización	
\$	140,000.00 Ingreso por cada camión usado
\$	30,000.00 (-) Compra del camión para chatarrizar
\$	110,000.00 (=) Utilidad sobre venta
\$	35,750.00 (-) Impuesto (32.5%)
\$	74,250.00 (=) Utilidad después Impuestos
60	Total de camiones a chatarrizar
\$4,455,000.00	Flujo real sobre la venta de chatarras

Fig. 2. Flujo de Efectivo y aplicación del Decreto de Chatarrización.

Flujo de Efectivo y aplicación del Decreto de Chatarrización, este flujo real se obtiene disminuyendo el valor de \$30,000 mn por la compra de una unidad que se intercambiará aplicando el Decreto de Chatarrización, lo cual nos da como beneficio \$110,000 mn, disminuyendo los impuestos a pagar nos da un margen de utilidad por unidad \$74,250 mn, contemplando una depreciación del 20%, teniendo como flujo neto por las 60 unidades a chatarrizar de \$4, 455,000.00 mn.

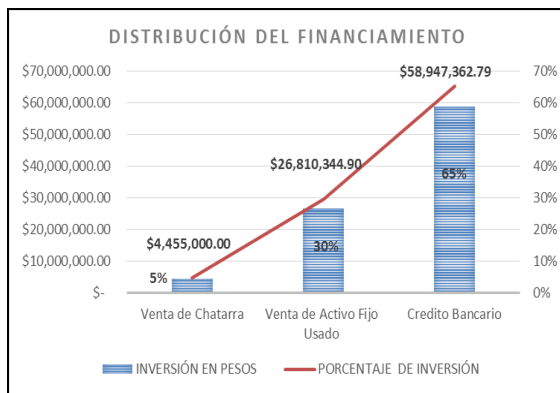


Fig. 3. Distribución del financiamiento

5. Análisis de resultados

Las diversas fuentes de financiamiento aplicadas para llevar a cabo la inversión de \$90, 212,707.69 mn empleando el Decreto de Chatarrización como fuente de financiamiento genera una reducción del monto de la inversión total por el 5% de la inversión total por las 60 unidades 2013 tal como se muestra en la Fig. 3 Distribución del financiamiento.

6. Conclusiones

En la búsqueda de la toma de decisiones acertadas para elegir o evaluar las fuentes de financiamiento de un proyecto de inversión, resulta indispensable el conocer la solidez y rentabilidad de las empresas para poder solventar cualquier a nivel macroeconómico en el mercado por tal resulta indispensable el valorar a la empresa y conocer el estatus actual antes de poder invertir en un proyecto.

Sin embargo para poder desarrollar una planeación Financiera adecuada, exige primero que además de evaluar su situación actual y necesidades personales tomar a consideración el perfil de riesgo puede bajo tres escenarios: optimista, pesimista y conservador, donde se pronostica y se evalúa el impacto de variables Macroeconómicas que pueden afectar el desarrollo de los proyectos de inversión.

En la búsqueda de las compañías de la implementación de nuevas tendencias, se entiende que el mercado va por buen camino y además se está generando la adaptación este, preocupándose por brindar un valor agregado a sus clientes teniendo a consideración los aspectos ecológicos, por lo que resulta indispensable adoptar la Responsabilidad Social y lograr que cada una de ellas contribuyan a la conservación del medio ambiente, a través de la Chatarrización de las unidades de autotransporte obsoletas.

Las empresas van en constante crecimiento y por ello buscan el optimizar sus recursos, brindando al cliente un servicio adecuado, por ello buscan la innovación en su flota por tal el porcentaje de unidades chatarrizadas incrementa del 2012 al 2013 en un 20.4%.

Referencias

- [1] Leland Blank Anthony Tarquin. *“Ingeniería Económica”*. Mc. Graw Hill, Séptima Edición, Número, pág. 3, México, 2006.
- [2] Fox Quesada Vicente , Gil Díaz José Francisco, Cerisola y Weber Pedro. *“Decreto por el que se otorgan diversos beneficios fiscales a los contribuyentes que se indican”*. Diario Oficial del a Federación, Octubre 2003.
- [3] Ruiz Esparza Gerardo. *“1er informe de Labores 2012-2013”*, Secretaria de comunicaciones y Transporte, páginas, pág. 37. Septiembre 2013

Desarrollo de banco de pruebas para el estudio de flujo en dos fases

Ledesma Silva Gabriel Daniel¹, Riesco Ávila José Manuel², Villegas Alcaraz José Francisco³, López Orocio Ana Laura¹.

¹ Universidad Politécnica del Bicentenario.
Carretera Silao-Romita km 2. Colonia San Juan de los Durán Silao, Gto. México.
gledesmas@upbicentenario.edu.mx

² División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato.
Carretera Salamanca-Valle de Santiago km 3.5+1.8 Comunidad de Palo Blanco Salamanca, Gto. México.

³ Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería. Campus Guanajuato.
Av. Mineral de Valenciana No. 200. Colonia Fraccionamiento Industrial Puerto Interior Silao, Gto. México.

Resumen.

En el presente trabajo se muestra el desarrollo de un banco de pruebas de características sencillas y fácil operación que permite el estudio de flujos en dos fases gas-líquido debido a la gran importancia que tienen dichos flujos en numerosos procesos industriales, biológicos y naturales. Se presentan algunas imágenes que ilustran el desarrollo del flujo en dos fases en la zona de experimentación, se realizaron pruebas y mediciones de la caída de presión de manera experimental obtenida por la medición de la altura de una columna de agua. La instalación tiene la capacidad de trabajar con bajos flujos volumétricos tanto de aire como de agua.

Palabras clave: Banco de pruebas, flujo en dos fases, aire-agua, caída de presión experimental.

1. Introducción.

Debido a la gran complejidad del flujo en dos fases, el diseño y la capacidad de predecir el desempeño de sistemas de ingeniería que operan con este tipo de flujo dependen de la disponibilidad de datos experimentales, así como de modelos matemáticos conceptuales para describir los procesos físicos con determinada exactitud [1].

En los sistemas con flujos en dos fases se pueden presentar de manera general las configuraciones: líquido-líquido (inmiscibles), líquido-sólido, gas-sólido y gas-líquido, siendo esta última una de las más complejas y problemáticas debido a la gran variedad de configuraciones relacionadas con la distribución espacial de las fases en la tubería (patrones de flujo) y a la compresibilidad de la fase gaseosa.

Según la estructura el flujo de una sola fase se puede clasificar como laminar, transicional o turbulento, mientras que el flujo en dos fases se cataloga de acuerdo a la estructura de la interfaz en varios grupos denominados patrones de flujo. Para una mezcla gas-líquido fluyendo en un canal, los patrones de flujo son las diferentes formas o estructuras internas que se pueden presentar, dependiendo de la velocidad de cada fase, de las variables geométricas de los ductos, de las condiciones de flujo y de las propiedades físicas de cada una de las fases [2].

Se han definido una gran variedad de patrones de flujo y la clasificación de éstos depende en gran medida de la observación, se sugiere revisar en [3] una recopilación realizada de diferentes fuentes especializadas sobre patrones de flujo para la mezcla gas-líquido fluyendo en tubos horizontales, verticales e inclinados.

2. Construcción del banco de pruebas.

La necesidad de estudiar el flujo en dos fases gas-líquido se debe a que la industria avanzaría en gran medida, como por ejemplo la petrolera donde las ventajas de transportar el crudo sin separarlo antes son considerables, ya que el gas presente en el crudo disminuye la viscosidad del flujo y la densidad del mismo, facilitando su transporte [4]. Para analizar y comprender el desarrollo del flujo gas-líquido se construyó un banco de pruebas en el que se tiene un flujo en dos fases inducido vertical ascendente, a partir de esto se propuso un esquema inicial de manera general que serviría de base para el desarrollo del banco de pruebas. Lo que se pudo determinar inmediatamente fue la necesidad de un mezclador, es decir, la parte donde se lleva a cabo la conjunción de la fase gas (aire) y la fase líquida (agua) para que ambos líquidos fluyeran al mismo tiempo y así tener el flujo en dos fases.

Dado que se tendría una circulación de agua se requirió de una bomba, en este caso se eligió una sumergible de pecera debido a que propone trabajar con bajos flujos de agua.

Otro de los equipos necesarios fue un compresor o una línea de aire que proporcionara un caudal de gas a una presión determinada, dado que el laboratorio de Termofluidos de la División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca (DICIS) cuenta con varias líneas de aire, se decidió colocar el banco cerca de alguna de ellas para evitar la compra de un compresor, sin embargo, a futuro se pretende adquirir el compresor para que la instalación cuente con su propio sistema de admisión de aire.

Se emplearon dos tanques de plástico, para hacer el circuito cerrado del agua. Uno de ellos proporciona el flujo de agua a la entrada del mezclador (tanque de alimentación), este flujo es estable (para cada abertura de la válvula) ya que siempre se mantiene a una altura constante el nivel del agua, esto se debe a que este tanque es alimentado siempre por la bomba sumergible colocada en el tanque de almacenamiento. Para mantener la altura constante en el tanque de alimentación se realizó un rebosadero para que el exceso de agua se recircule al tanque de almacenamiento.

Fue necesario considerar flujómetros para la medición directa de los flujos volumétricos de

cada fluido, para el caso del aire se empleó un rotámetro con un rango de medición de flujos de 0-15 LPM; mientras que para el agua, dado que es un flujo que desciende se volvió complicado (en el aspecto económico) obtener un flujómetro para medir este caudal, para solucionar esto, se cronometra el flujo de agua a la salida del separador de fases y así obtener el flujo volumétrico de manera experimental e indirecta. A futuro puede considerarse (como mejora) para una medición directa y más precisa del flujo volumétrico del agua adquirir un flujómetro horizontal.

3. Resultados.

En la Figura 1 se presenta una fotografía en la que se observa el banco terminado. Una vez que se concluyó la construcción se realizaron algunas pruebas para comprobar que el fenómeno del flujo en dos fases gas-líquido (aire-agua) se estuviera desarrollando. Además, se hicieron algunas mediciones para determinar de manera experimental la caída de presión del flujo.



Figura 1. Banco de pruebas.

En la Figura 2 las fotografías tomadas al tubo de la zona experimental muestran el desarrollo del flujo en dos fases aire-agua inducido.

Para obtener la caída de presión experimental del flujo en dos fases es necesario registrar la altura que se observa en una columna de agua para cada condición de los flujos volumétricos de los fluidos que entran al mezclador. Dicha presión se obtiene a partir de la ecuación (1).

$$\Delta P_{EXP} = \rho_{agua} \cdot g \cdot Z_{medida} \dots \dots \dots (1)$$

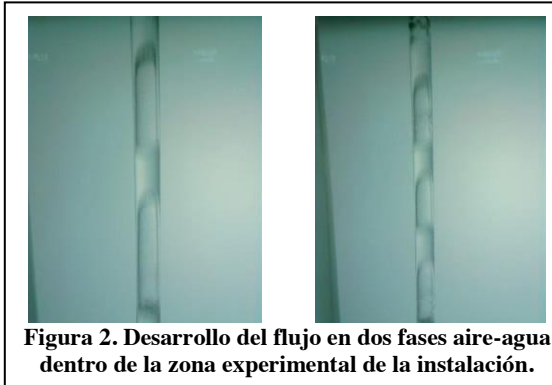


Figura 2. Desarrollo del flujo en dos fases aire-agua dentro de la zona experimental de la instalación.

En la Tabla 1, 2 y 3 se presentan los flujos volumétricos del aire y agua, así como los valores registrados de la altura y la caída de presión obtenida con la ecuación (1) para tres repeticiones identificadas como 1, 2 y 3.

Tabla 1. Caída de presión experimental para la repetición 1.

Flujo aire (l/min)	Flujo agua (l/min)	Altura de la columna de agua (m)	ΔP_{EXP} (Pa)
0.4	1.809	0.878	8591
1	2.154	0.841	8234
1.5	2.257	0.821	8038
2	2.305	0.813	7955
2.5	2.361	0.807	7901
3	2.390	0.803	7862
3.5	2.417	0.802	7847
4	2.398	0.803	7862
4.5	2.372	0.805	7881
5	2.336	0.809	7916

Tabla 2. Caída de presión experimental para la repetición 2.

Flujo aire (l/min)	Flujo agua (l/min)	Altura de la columna de agua (m)	ΔP_{EXP} (Pa)
0.4	1.859	0.875	8563
1	2.076	0.839	8210
1.5	2.246	0.821	8034
2	2.346	0.811	7936
2.5	2.406	0.805	7873
3	2.440	0.802	7843
3.5	2.458	0.800	7829
4	2.421	0.802	7848
4.5	2.394	0.806	7883
5	2.342	0.809	7917

Tabla 3. Caída de presión experimental para la repetición 3.

Flujo aire (l/min)	Flujo agua (l/min)	Altura de la columna de agua (m)	ΔP_{EXP} (Pa)
0.4	1.855	0.877	8580
1	2.118	0.842	8243
1.5	2.264	0.826	8081
2	2.347	0.816	7983
2.5	2.395	0.809	7920
3	2.425	0.807	7895
3.5	2.462	0.806	7885
4	2.428	0.808	7905
4.5	2.396	0.811	7939
5	2.344	0.815	7978

La Figura 3 muestra la caída de presión experimental en función de la velocidad del aire (j_g).

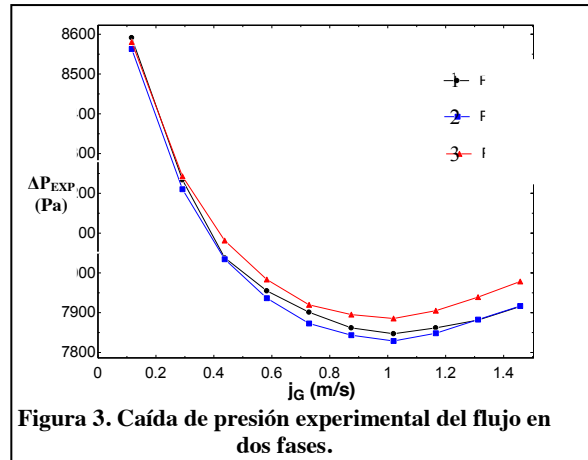


Figura 3. Caída de presión experimental del flujo en dos fases.

4. Conclusiones.

La construcción del banco de pruebas para el estudio del flujo en dos fases aire-agua ha sido satisfactoria, pues se observa el desarrollo del flujo en la zona experimental sin ningún inconveniente (Figura 2), dejando como tareas siguientes hacer un estudio sobre los patrones de flujo que se puedan identificar para distintos valores de los flujos volumétricos de cada fase entrando al mezclador. Es importante resaltar también los resultados obtenidos en cuanto a la caída de presión del flujo, pues se ha observado un comportamiento muy similar para dicha caída en cada una de las tres repeticiones realizadas con

condiciones de operación muy similares, como se ve en la Figura 3, donde la tendencia de la caída de presión es la misma.

Finalmente, para continuar con el estudio del flujo en dos fases gas-líquido, se pueden proponer algunas adecuaciones que permitan ampliar los alcances de los estudios, así como no limitar el estudio con aire-agua, es decir, buscar otras combinaciones de flujo gas-líquido para modelar situaciones no solo industriales, sino también biológicas.

Referencias.

- [1] Cravino, A.; Pérez, A. D.; García, F. y García J. “Evaluación de Modelos Homogéneos, de Correlación y Mecanicistas en la Predicción del Gradiente de Presión de Flujo de Gas y de Líquido en Tuberías Verticales”. Revista de la Facultad de Ingeniería U. C. V., Vol. 24, N° 3, pp. 75-82, 2009.
- [2] Abduvayt, P.; Arihara, N.; Manabe, R. and Ikeda, K. “Experimental and Modeling Studies for Gas-Liquid Two-Phase Flow at High Pressure Conditions”. Journal of the Japan Petroleum Institute, 46, (2), 111-125 (2003).
- [3] Ledesma, G. D. “Determinación experimental de la caída de presión en tubos verticales de diámetro pequeño con flujo en dos fases inducido”. Tesis de Maestría en Ingeniería Mecánica. División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca. Universidad de Guanajuato. Salamanca, Gto. México. Junio 2014.
- [4] Gómez, L. E.; Shoham, O.; Schmidt, Z.; Chokshi, R. N. and Brown, A. “A unified mechanistic model for steady-state two-phase flow in wellbores and pipelines”. Society of Petroleum Engineering Inc. SPE 56520. 1999.

Estudio de propiedades eléctricas en tejidos óseos controlados

López Orocio Ana Laura¹, Ledesma Silva Gabriel Daniel¹, Ramírez Cabrera Norma Lizbeth¹, Santana Ojeda Ricardo¹, Arriaga Hurtado Erick Ángel².

¹ Universidad Politécnica del Bicentenario, Carretera. Silao - Romita Km 2, San Juan de los Duran, C.P. 36283, Guanajuato México. alopezo@upbcentenario.edu.mx

² Instituto Politécnico Nacional, UPIIG-IPN, Col. Fraccionamiento. Industrial Puerto Interior, C.P. 36275 Silao de la Victoria, Guanajuato México. erikarriag@upbcentenario.edu.mx

Resumen

En esta investigación se presenta una metodología para la preparación de pastillas a partir de polvo de hueso de cerdo descalcificado. La descalcificación se produjo con una solución acuosa de ácido clorhídrico y ácido fórmico a 25°C. Los iones de calcio (Ca^{2+}) extraídos del hueso de cerdo fueron cuantificados como $CaCO_3$ de la solución descalcificante. Las pastillas de hueso fueron hechas en moldes con una presión de 2.26 kg/m² usando el polvo de hueso resultante de la molienda. La importancia del estudio consiste en el diseño de una metodología que permita separar los parámetros que influyen en la osteoporosis, como el calcio, creando muestras de pastillas las cuales nos permitan realizar investigaciones “in vitro” usando Espectroscopia de Impedancia Eléctrica (EIE). Se presenta además un estudio de las pastillas descalcificadas, midiendo el Factor de Disipación Dieléctrica (FDD) mediante las técnicas de EIE.

Palabras clave: Hueso, descalcificación ósea, Impedancia Eléctrica, osteoporosis.

1. Introducción

La osteoporosis es una alteración metabólica del hueso que consiste en una pérdida acelerada de masa ósea, la misma ocurre por diferentes mecanismos, tales como: 1.) el organismo no es capaz de formar suficiente hueso nuevo; 2.) gran cantidad del hueso antiguo es reabsorbido por el cuerpo o 3.) Alteración metabólica por ambos casos [1]. Entre los factores identificados en el padecimiento de la osteoporosis están: antecedentes familiares, alimentación, consumo de alcohol, cambios hormonales, vida sedentaria, etc [2]. En cualquiera de los casos, la osteoporosis se caracteriza por el incremento de la porosidad del

hueso influyendo en esto la pérdida de minerales esenciales para su formación como lo son: calcio y fósforo, ver [3], quienes enfocaron su trabajo en el estudio de la influencia de la dieta para la formación de los huesos.

En la actualidad, la osteoporosis se estudia mediante las técnicas de densitometría ósea, la cual usa las técnicas de RX de baja densidad para obtener la composición mineral del hueso. No obstante lo extensiva de esta técnica, la misma tiene el inconveniente de la exposición de los pacientes a la radiación y del alto costo de los dispositivos para hacer el diagnóstico. Otras técnicas que pueden contribuir al estudio de la osteoporosis pueden ser las técnicas de Impedancia Eléctrica (IE), las cuales han sido ampliamente aplicadas en el estudio de tejidos biológicos [4,5]. Estas técnicas se basan en obtener una relación entre la IE y las propiedades físicas a medir del sistema biológico. Entre las ventajas que presenta la misma está su versatilidad y que son no invasivas. Uno de los métodos de la IE es la espectroscopia de impedancia eléctrica (EIE), la cual consiste en analizar el comportamiento de la impedancia eléctrica del sistema a medir en función de la frecuencia. Esta técnica ha sido aplicada al estudio de sistemas biológicos, donde podemos encontrar el trabajo realizado por [6], quienes caracterizaron cultivos de levadura *Sacharomyce Cereviseae spp*, donde obtuvieron información acerca de las condiciones fitosanitarias de la membrana celular. En humanos, la EIE ha sido implementada para estudiar diferentes tipos de tejidos, por ejemplo: (Hernández, [7]), determinó los espectros de las componentes en muestras del tejido sanguíneo y (Scharfetter, [8]), usó estas técnicas para analizar el comportamiento de la conductividad del cerebro humano en el intervalo de frecuencias 50 kHz a 5 MHz. Recientemente Ireta et al. (Ireta, [9]), realizaron un estudio de descalcificación ósea mediante técnicas EIE, para esto diseñaron pruebas “in vitro” usando polvo de hueso de cerdo

descalcificado. En el proceso de la preparación de las muestras para estos estudios pueden ser usados soluciones descalcificantes, tanto de ácidos fuertes o de ácidos débiles (García, [10]).

En este trabajo se presenta un método de preparación de las pastillas de hueso descalcificadas usando soluciones de ácidos débiles para su estudio mediante técnicas de *IE*. La importancia del trabajo consiste en desarrollar una metodología para la preparación de muestras donde se controlen factores influyen en la descalcificación y permitir su estudio mediante técnicas de *EIE*.

2. Metodología

En la figura 1 se muestra el diagrama del procedimiento empleado para obtener pastillas de hueso descalcificado.



Fig. 1. Diagrama en bloques del procedimiento para la preparación de muestras.

El procedimiento consta de los siguientes pasos:
Corte de muestras de hueso: para la preparación de las pastillas primeramente se seleccionó hueso de cerdo poroso, sin médula, y con una mínima cantidad de grasa, el cual se cortó en 6 laminillas de dimensiones aproximadas de 3 cm de diámetro y 2 mm de espesor. Las laminillas fueron limpiadas de forma manual para eliminar la grasa y después se sumergieron en un baño de agua

destilada con agitación magnética para limpiar las trazas de sangre, este proceso se realizó cambiando el agua cada 24h hasta que la misma quedó clara. Al final de este paso, las laminillas de hueso son secadas sobre papel filtro.

Limpieza aplicando ultrasonido: con el objetivo de hacer una limpieza profunda de las muestras, las laminillas de hueso son introducidas en un vaso de precipitado para una limpieza con etanol con un baño de ultrasonido durante 15 min, para lo cual se usó el dispositivo BRANSON modelo 1510R-DTH. en este proceso se controló que el baño fuese cada 5 min, para eliminar la grasa y residuos de la muestra.

Desección en horno: para eliminar la humedad de cada muestra y obtener su peso constante, las mismas son introducidas en un horno Cole Parmer Mod. 52100-00 a 25°C, durante un tiempo promedio de 24 horas. Una vez concluidos estos pasos, las muestras están preparadas para el proceso de descalcificación.

Descalcificación: esta etapa es la esencia del procedimiento propuesto y su objetivo fundamental consiste en alterar de forma controlada la cantidad de calcio de las muestras. Para esto, se usó una solución compuesta de un 80% en volumen de H₂O destilada, 10 % en volumen de formol y 10% en volumen de HCl concentrado, sugerido por [3]. Luego, fueron colocados 30ml de la solución en seis vasos de precipitado donde son sumergidas las muestras. Este baño de descalcificación fue aplicado según la muestra con una diferencia de tiempo un día entre muestras, al término del cual son extraídas y lavadas con agua destilada y nuevamente sometidas a un secado al horno a 25°C hasta obtener un peso constante en cada muestra.

Pulverización de hueso: con el objetivo de construir las pastillas, las muestras son pulverizadas finamente usando un mortero de ágata, este mortero evita la contaminación de las muestras.

Prensado y formación de la pastilla: finalmente, luego de la molienda, se colocan 0.600 gr de esta en un molde de acero inoxidable con dimensiones semejantes a la celda de prueba capacitiva a usar. Este molde con el polvo son sometidos a una presión de 2.26 kg/m² en una prensa hidráulica tipo Carver No. 3851-0 para formar la pastilla.

En el procedimiento de preparación de las muestras el cual está basado en un protocolo patológico [11], hubo mejoras en control de la limpieza de las muestras. Algunas variables del proceso necesitaron ser controladas, tales como: presión, humedad y temperatura.

Tabla 1. Muestras antes y después de la descalcificación

MUESTRA	CORTE	ANTES DE LA DESCALCIFICACIÓN	DESPUÉS DE LA DESCALCIFICACIÓN
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Las variables de presión y temperatura fueron controladas según se explicó en el procedimiento; mientras que para evitar que las pastillas se humedecieran al medio ambiente estas se colocaron en un desecador con cloruro de calcio (CaCl₂). Además, un procedimiento de limpieza fue aplicado a cada instrumento usado para evitar contaminación de las muestras.

3. Análisis de resultados

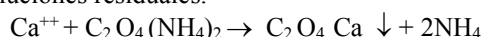
El procedimiento anteriormente explicado se aplicó a un total de seis muestras, las cuales se pueden observar en la tabla 1, donde las imágenes de la columna de la izquierda se corresponden a la pieza de hueso después de ser cortada; en la columna central aparece la imagen vista al microscopio con un aumento de 10X y sin descalcificar; mientras en la columna de la derecha aparecen las muestras después del proceso de descalcificación.

Para comprobar el grado de descalcificación a cada preparación le fue analizada la solución residual, a continuación se explica la forma en cómo se determinó el grado de descalcificación.

3.1 Determinación de la cantidad de Ca²⁺.

Una vez que las muestras fueron descalcificadas, se procedió a cuantificar la cantidad de iones Ca²⁺ extraídos de cada muestra como CaCO₃. Para esto se usó la solución residual, y se trató según muestran las reacciones químicas del método gravimétrico [12,13]:

1. Obtención del Oxalato de Calcio a partir de soluciones residuales.



2. Obtención del Carbonato de Calcio.

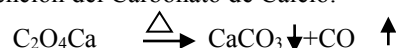


Tabla 2. Datos de la masa de cada muestra antes y después del proceso de descalcificación.

Muestra	Masa antes de la descalcificación (gramos)	Masa después de la descalcificación (gramos)	Porcentaje de descalcificación
Muestra 1	0.6691	0.6691	0
Muestra 2	1.0063	1.0045	0.178
Muestra 3	0.6699	0.6603	1.43
Muestra 4	1.3726	1.3122	4.4
Muestra 5	0.9369	0.8377	10.59
Muestra 6	0.9775	0.8411	13.95

El porcentaje de Ca²⁺ extraído de las muestras óseas, se calcula mediante la ecuación 1

$$\% \text{Ca}^{2+} = (0.4 W) 100 \quad (1)$$

Dónde: W es la masa de CaCO₃ en gramos obtenido por cada muestra y 0.4 es el factor gravimétrico para CaCO₃. En la tabla 2, se muestra el porcentaje en peso extraído de calcio para cada una de las muestras.

Por los resultados obtenidos podemos concluir que el método químico empleado para la descalcificación logró en las pastillas que: 1.) tuvieron diferente grado de descalcificación, esto se debe al procedimiento empleado de mantener a diferentes tiempos la muestra en la solución descalcificante; 2.) preservan la morfología del hueso, o sea, la composición química del mismo no se altera excepto la cantidad de calcio, ya que el método empleado actúa únicamente sobre los iones de calcio; 3.) las propiedades mecánicas como: forma y consistencia de las pastillas se mantuvieron invariables durante todo el experimento, lo cual se logró realizando un estudio de la influencia de la presión en la

impedancia de cada pastilla, se encontró que aplicando bajas presiones sobre la pastilla la impedancia variaba; mientras que a altas presiones la impedancia no presentó variaciones significativas.

3.2 Prueba de Impedancia Eléctrica.

Con el objetivo de probar la utilidad de las pastillas en un sistema de *EIE*, se montó experimentalmente el arreglo de la figura 2, donde un puente de impedancia es usado, con el objetivo de tener un valor de corriente constante en el ancho de banda de frecuencia a analizar en la muestra. Este valor de corriente constante es necesario, ya que la impedancia de la pastilla varía en función de la frecuencia.

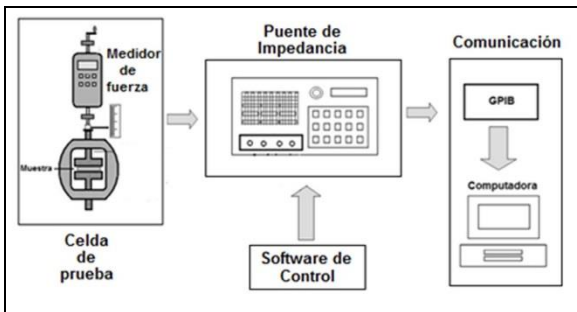


Fig. 2. Arreglo experimental para la determinación del factor de disipación dieléctrica.

El puente de impedancia está conectado a una celda de prueba, donde se coloca la pastilla de hueso descalcificada. La celda debe cumplir determinadas condiciones, tales como: estar protegida a las altas frecuencias, tener un controlador de distancia entre los electrodos y otro de presión. La razón de estas condiciones es porque las altas frecuencias pueden influenciar en el comportamiento de la muestra, la distancia entre los electrodos es un parámetro de todo capacitor plano paralelo y se ha demostrado que la capacitancia varía con el valor de la presión [14].

El siguiente bloque se corresponde a la comunicación y control entre una computadora y el puente de impedancia para realizar las mediciones de forma automática y procesar los datos.

La caracterización de las pastillas por *EIE* se realizó bajo las siguientes condiciones: el analizador de impedancia se mantuvo a un voltaje de 1 v rms y la frecuencia fue variada en el intervalo de 1 MHz hasta 500 MHz en pasos de 1 MHz, la presión entre las placas del capacitor de la celda de prueba se mantuvo al valor de 1 kg.

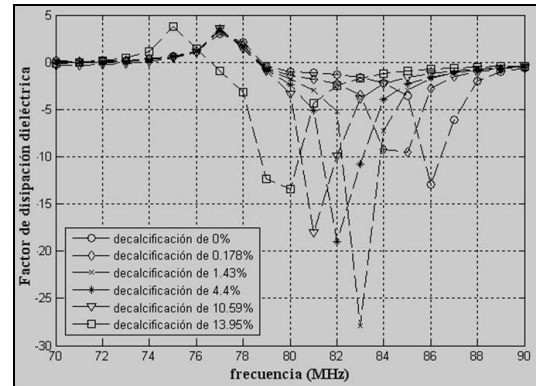


Fig. 3. Gráfica del FDD versus frecuencia en el intervalo de 70 a 90 MHz.

Los resultados de la caracterización de cada pastilla de hueso se muestran en la gráfica de la figura 3, donde solamente se grafica el intervalo de frecuencias de 70 MHz a 90 MHz.

Como se puede observar existe una variación en el valor del *FDD* en función de la frecuencia para los diferentes grados de descalcificación de las muestras. Esto es a mayor porcentaje de descalcificación de la muestra, el pico inferior en el valor del *FDD* ocurre a menor valor de frecuencia.

Considerando por sus características al hueso de cerdo como un material cerámico, se sugiere que el mecanismo de polarización predominante en este estudio es debido al mecanismo por carga espacial iónica [15].

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos indican que el procedimiento utilizado para la obtención de muestras de huesos descalcificados es válido, ya que se obtuvieron muestras con diferentes grados de descalcificación y sin alterar los demás componentes presentes en el hueso, ni sus propiedades mecánicas.

El procedimiento utilizado es sencillo y está basado en un protocolo patológico, por tanto permite realizar estudios "in vitro" en muestras de hueso para determinar pérdida de calcio y extenderse a otros tipos de compuestos del hueso. En el experimento se controlaron variables que influyen en la formación de las pastillas y en las mediciones, como son humedad, presión y temperatura. El error en la preparación de las pastillas fue de aproximadamente el 1% y es atribuido a la precisión de los instrumentos usados.

Por otro lado, se realizó una comprobación de la posibilidad del uso de las técnicas de EIE para medir la pérdida de calcio de las pastillas la cual fue satisfactoria; por consiguiente, y debido a que la cuantificación de la pérdida de calcio es el principal instrumento para la detección de osteoporosis, consideramos que la técnica puede ser una alternativa de las técnicas de densitometría ósea.

Referencias

- [1] MedlinePlus Biblioteca Nacional de Medicina de EE. UU. NIH., Osteoporosis, Institutos Nacionales de Salud. Available online at <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000360.htm>
- [2] National Osteoporosis Foundation. (2008) Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. Available online at
- [3] Hamilton, H. K., Rose M. B. (1986) Clínica y terapéutica. 1ª. edición INTERAMERICANA (p. 567).
- [4] Geddes, L. A., and Baker, L. E. (1989). Principles of Applied Biomedical Instrumentation. New York: John Wiley.
- [5] Grimnes, S., and Martinsen, Ø. G. (2000). Bioimpedance and Bioelectricity Basics. San Diego: CA Academic Press.
- [6] Llamosa, D. P. E., Muñoz A. P., Cárdenas M. B., Segura, G. A., Rosales, R. (2006). *Caracterización de sistemas biológicos a través de la técnica de espectroscopía de impedancia bioeléctrica* (EIB), Revista Colombiana de Física, Vol. 38, No. 1, 321-324.
- [7] Hernández, C. F., Guerrero, S.C.A., Bernal, A. J. J. (2005). *Determinación de las propiedades eléctricas en tejido sanguíneo*, Ingenierías, Vol. VIII, No. 29, 7-13.
- [8] Scharfetter, H. P., Brunner, M. M., Brandstätter, B. and Hinghofer-Szalkay, H. (2005). Fat and Hydration Monitoring by Abdominal Bioimpedance Analysis: Data Interpretation by Hierarchical Electrical Modeling, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 52, No. 6, 975-982.
- [9] Ireta, M. F., Martínez, C. R. A., González R. B., Morales, S. E., Castro, S. R., Hernández, F. D., González P. R., Palmer, S., (2010) *Estudio de Tejidos Óseos Descalcificados Mediante factor de Disipación* Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica (en prensa)
- [10] Llamosa, D. P. E., Muñoz A. P., Cárdenas M. B., Segura, G. A., Rosales, R. (2006). *Caracterización de sistemas biológicos a través de la técnica de espectroscopía de impedancia bioeléctrica* (EIB), Revista Colombiana de Física, Vol. 38, No. 1, 321-324.
- [11] Ramzi, S. C., Vinay, K., (1999). Patología Estructural y Funcional 6ta. Edición Mc-Graw- Hill Interamericana.
- [12] Orozco, F. (1978). *Análisis Químico Cuantitativo* Editorial Porrua, S.A. 9ª. Edición México (p. 114-115).
- [13] Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., Crouch, S. R., (2007). Fundamentos de Química Analítica 8a. edición THOMPSON (p. 323).
- [14] Debye, P. (1929). "Polar Molecules", Dover Publications, Inc., New York (p.X)
- [15] Hoppel, A. R. V. (1954). Dielectrics and Waves, New York: John Wiley & Sons, Inc

Implementación de contenedores de alúmina en el borurado en caja

Bermúdez Rodríguez Luis Gabriel, Vázquez Rodríguez Araceli

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Departamento de Ingeniería Metal-mecánica, Carretera Valle-Huanímaro Km. 1.2, Valle de Santiago, Gto, C.P. 38400.

Resumen

El presente trabajo muestra el desarrollo de un material cerámico para implementarse en el borurado. El cerámico tiene composición de Al_2O_3 como material base, feldespatos sódicos y caolín blanco como coadyuvantes de sinterizado, se prepararon probetas de pasta cerámica que fueron sinterizadas a 1173 y 1273 K, durante 2 horas. Se analizó el efecto sobre las propiedades físicas y mecánicas de las probetas al ejercer presión y cambios en las temperaturas de sinterización. Para evaluar el desempeño del material cerámico, se boruraron probetas de acero comercial AISI 1018 y se evaluó la cinética de crecimiento con tratamientos bajo estas condiciones

Palabras Clave: Residuos postproducción, sustentabilidad, borurado en caja.

1. Introducción

En los últimos años, las aportaciones de Campos [1] han contribuido al desarrollo de metodologías experimentales para automatizar y optimizar el tratamiento de borurización con métodos en polvos y post-descarga de microondas [2].

Sin embargo, se ha observado que las operaciones y costos asociados en el proceso son elevados, por lo que se propone una línea de trabajo encaminada a mejorar las condiciones del proceso de borurado, desde recepción de materias primas, acondicionamiento de los materiales hasta la formación de cadenas de valor con los residuos postproducción del borurado.

2. Situación actual

El borurado en caja emplea comúnmente contenedores metálicos, en ellos se deposita la pieza a borurar, embebida en sal rica de carburo de boro,

manteniendo una relación de 2:1 respecto al volumen de la pieza. Esta relación de sustrato y agente borurante, asegura la difusión de átomos de boro en el proceso y reduce el consumo de la sal de boro (Figura 1).

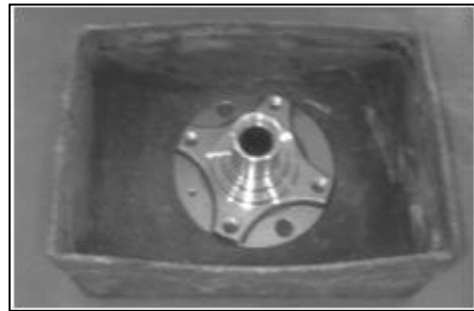


Figura 1. Contenedor de acero inoxidable empleado para borurar.

El contenedor para borurar es metálico (acero inoxidable preferentemente), ya que debe operar a temperaturas entre 1123 a 1473 K. Sin embargo, este tipo de contenedor tiene una vida útil muy corta como consecuencia de las siguientes situaciones:

El contenedor debe saturarse de átomos de boro para que use por primera vez, de no ser así, la mezcla borurante pierde concentración de átomos de boro, otro inconveniente es la descarburización del contenedor, en la medida de su uso, generando residuos de óxido de hierro; así como la pérdida de masa.

El agente borurante es una mezcla con una composición química de 5% de B_4C , que actúa como donador de boro, 5% de KBF_4 , que actúa como activador y 90% de SiC como diluyente [3].

La técnica de borurado en caja es adecuada para sistemas de producción en masa o a gran escala, sin embargo, cuando se produce por lotes, la rentabilidad del proceso disminuye, debido a la necesidad de manufacturar diferentes tipos de

contenedores para cada aplicación en particular, generando altos costos por la manufactura de los contenedores. Una desventaja del uso de contenedores metálicos en esta técnica, es su corta vida útil.

3. Propuesta de trabajo

El objetivo de este trabajo, es mostrar la factibilidad del remplazo de contenedores metálicos aplicados en el borurado en caja, por contenedores cerámicos con geometría de cono truncado. Los contenedores cerámicos están manufacturados a base de óxido de aluminio mezclado con solventes lubricantes, agentes para el control de la viscosidad y aglutinantes como el feldespato sódico y caolín blanco. La implementación de los monolitos cerámicos en el borurado, deberán reducir el costo de manufactura, la eliminación de la saturación del contenedor y la posibilidad de reciclarse al término de su vida útil.

4. Desarrollo experimental

La técnica empleada para la obtención del contenedor cerámico es el moldeo de la pasta en una matriz de yeso, combinado con un proceso de sinterizado. La mezcla de la pasta cerámica está compuesta de 5% de peso de ZnO, 40% de Al₂O₃, 10% de feldespato sódico, 15% caolín blanco y 30% de H₂O. Se pesaron los componentes de la mezcla en una balanza marca ACB de 600 gr de capacidad y d= 0.02 gr. El óxido de zinc y el óxido de aluminio se mezclaron manualmente en seco, posteriormente se tamizaron en una criba Russell Finex de 74 micrones.

Se adicionó a la mezcla agua destilada y se mezclaron a temperatura ambiente en una batidora SPC 2748 a 40 rpm, durante 20 minutos hasta obtener una pasta homogénea y con una humedad entre 24-34% en escala para concreto.

La pasta cerámica se moldeó por compactación a una presión de 70 kgf/cm² durante 20 segundos. El valor de presión se estableció para determinar el efecto de la presión sobre la porosidad.

Los contenedores cerámicos en verde fraguaron a temperatura ambiente durante 72 horas, con el fin de eliminar el excedente de agua. En una segunda corrida experimental, el secado se realizó con una mufla convencional a 353 K durante 3 h para reducir el tiempo de secado.



Figura 2. Contenedor cerámico para el borurado en caja.

Posteriormente los monolitos en verde, fueron sinterizados a 1473 K durante 2 y 4h, para evitar distorsiones en la geometría del producto. El sinterizado se realizó en un horno eléctrico marca Barnstead Thermolyne 1300 con capacidad de calentamiento de 1573 K. En esta primera etapa no se analiza el efecto del tiempo de sinterizado, en las propiedades finales de los productos.

5. Caracterización del material cerámico

La rugosidad se determinó con un rugosímetro modelo SJ-201 marca Mitutoyo. Se realizaron mediciones en ambas caras del monolito para establecer el valor promedio por cara y por probeta.

Se determinó la dureza del contenedor con un durómetro en escala Rockwell F, modelo AR-20, marca Mitutoyo. Se aplicó una fuerza constante durante 15 segundos en 3 puntos diferentes sobre la superficie de los monolitos. Para las pruebas de rugosidad y dureza se prepararon muestras de 30 mm de diámetro con 5 mm de espesor.

6. Borurado de acero AISI 1080 en contenedor cerámico

La preparación del material consistió en un acero estructural AISI 1018 con composición química nominal de 0.15-0.20% peso de C, 0.6-0.9% de Mn, 0.04 % de P, 0.15-0.30% en peso de Si y 0.50% de S.

Se prepararon 20 especímenes de 12.7 mm de diámetro y 12 mm de espesor, se desbastaron con papel abrasivo del número 80, 320 y 600. Finalmente se pulieron con alúmina de 0.5 micrones en paño microcloth.

El borurado se desarrolló en una mufla convencional con tiempos de tratamientos y temperatura como lo

muestra la Tabla 1. El medio borurante consistió de B_4C con 76% de peso en boro y activadores (Na_3AlF_6); donde se obtuvo una capa Fe_2B con morfología aserrada. Los espesores de capa se determinaron por microscopía óptica con un equipo Olympus GX y el software Image Pro-Plus.

Tabla 1. Espesores de capa Fe_2B obtenidos con el contenedor cerámico.

Tiempo (h)	Temperatura (K)	
	1173	1273
4	46.12 ± 17.43	144.34 ± 28.72
6	58.98 ± 23.76	193.90 ± 23.53

Media \pm Desviación estándar

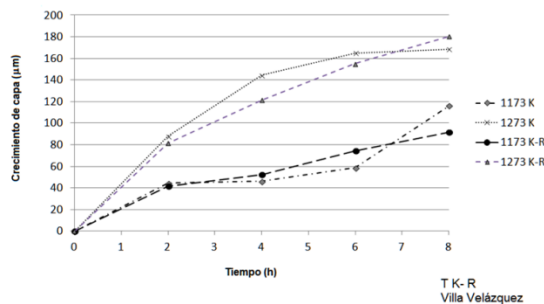


Figura 3. Comparativo del crecimiento de capas Fe_2B en acero AISI 1018, empleando método tradicional vs contenedor cerámico.

7. Resultados

1. Se obtuvo una pasta cerámica con nueva composición compuesta de (5% ZnO , 40% Al_2O_3 , 10% de feldespato sódico, 15% caolín blanco y 30% de H_2O).

2. El material cerámico permite la difusión de los átomos de boro en el sustrato, sin afectar al crecimiento de capa.

3. La rugosidad promedio del contenedor cerámico después de la sinterización es de $2.20\mu m$ Ra.

4. Las probetas de acero AISI 1018 boruradas presentan morfología aserrada y espesores de capa Fe_2B en condiciones de 1173 y 1273 K como lo muestra la tabla 1.

5. Las muestras de acero AISI 1018 boruradas, presentan una ganancia de masa promedio de 1.25 %.

6. El crecimiento de la capa Fe_2B empleando el material cerámico, se encuentra por debajo de la referencia para el caso de 6 h a 1173K.

8. Conclusiones y recomendaciones

Como se observa en los resultados, el crecimiento de la capa Fe_2B en el sustrato se aproxima a los valores de acuerdo a Hernández, 2011. Por lo que se puede considerar el material cerámico como remplazo del contenedor de acero, en el tratamiento de borurado. La pasta cerámica permitirá garantizar la sustitución de materiales de alto costo que se emplean para la manufactura de contenedores metálicos y que sufren deterioro como consecuencia de la descarburización del material al realizar el tratamiento termoquímico.

El material cerámico reduce drásticamente la producción de desechos (acero, papel abrasivo, alcohol, etc.) al remplazar contenedores cerámicos por contenedores de acero inoxidable que requieren ser saturados con átomos de boro para su buen desempeño. La incorporación del material cerámico en el proceso de borurado, coadyuva a generar cadenas de valor en beneficio de las organizaciones y del medio ambiente.

6. Bibliografía

- [1] A. Graf von Matuschka. "Boronising", Carl Hanser Verlag, Munich, FRG, 1980.
- [2] Campos, I., Islas, M., Ramírez, G., Villa Velázquez, C., Mota, C., Appl. Surf. Sci. 253, pp 6226-6231, 2007.
- [3] Faulkner, C.H., "Optimizing the Boriding Process", Adv. Mater. Process. pp 43-45, 1999.
- [4] Hernández Sánchez E., "Propiedades mecánicas de aceros borurados AISI 1018, evaluadas por indentación a escala micro y nanométrica", Tesis doctoral, Instituto Politécnico Nacional, ESIME-Zacatenco, México, 2011.
- [5] Campos-Silva, Ortiz-Dominguez, Hernández-Sánchez E, Bravo-Bárceñas D, Jimenez-Bernal J A and Dominguez-Galicia (2010), "Fracture indentation on AISI 1018 borided steels", Key Eng Mat, 449, 9-14.



Ciencias de Ingeniería y Tecnología - B

1er Simposio Internacional de Desarrollo Tecnológico

Universidad Politécnica del Bicentenario
Carretera Estatal Silao-Romita Km. 2
San Juan de los Durán, Silao de la Victoria, Guanajuato, México
C.P. 36283
www.upbicentenario.edu.mx

Obra terminada el 28 de Noviembre de 2014



Ciencias de Ingeniería y Tecnología - B

ISBN: 978-607-96471-6-2

