

Volumen I, Número I — Julio — Septiembre -2015

Revista de Prototipos Tecnológicos



ECORFAN[®]

Bases de datos

Google Scholar

ECORFAN-Spain

Directorio

Principal

RAMOS ESCAMILLA- María, PhD.

Director Regional

MIRANDA GARCÍA- Marta, PhD.

Director de la Revista

ESPINOZA GÓMEZ- Éric, MsC

Relaciones Institucionales

IGLESIAS SUAREZ- Fernando, BsC

Revista de Prototipos Tecnológicos, Volumen 1, Número 1, de Julio a Septiembre -2015, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Spain. Calle Matacerquillas 38, CP: 28411. Moralarzal -Madrid. WEB: www.ecorfan.org/spain, revista@ecorfan.org. Editora en Jefe: Ramos Escamilla- María, Co-Editor: Miranda García- Marta, PhD. ISSN 2444-4995. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. Escamilla Bouchán- Imelda, Luna Soto-Vladimir, actualizado al 30 de Septiembre 2015.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Centro Español de Ciencia y Tecnología.

Consejo Editorial

MARTINEZ-BRAVO, Oscar Mario, PhD
*Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y
Electrónica-UNAM, México*

ROMAN-KALISCH, Manuel Arturo, PhD
Universidad Autónoma de Yucatán, México

SOUSA-GONZÁLEZ, Eduardo, PhD
Universidad Autónoma de Nuevo León, México

ARANCIBIA-VALVERDE, María Elena, PhD
Universidad Pedagógica Enrique José Varona de la Habana, Cuba

SALINAS-AVILES, Oscar Hilario, PhD
Centro de Investigación en Energía-UNAM, México

DE AZEVEDO-JUNIOR, Wladimir Colman, PhD
Federal University of Mato Grosso, Brazil

PÉREZ-ROBLES, Juan Francisco, PhD
CINVESTAV-IPN, México

PARTIDA-RUVALCABA, Leopoldo, PhD.
Universidad Tecnológica de Culiacán, México

MARTÍNEZ-RIVERA, María de los Ángeles, PhD
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN, México

GONZALEZ-TORRIVILLA, Cesar Castor PhD
Universidad Central de Venezuela, Venezuela

DE LA FUENTE-SALCIDO, Norma Margarita, PhD
Universidad Autónoma de Coahuila, México

Consejo Arbitral

MONTERO-PANTOJA, Carlos, PhD

Universidad de Valladolid, Spain

GONZÁLEZ-GAXIOLA, Oswaldo, PhD

Universidad Autónoma Metropolitana, México

DOMÍNGUEZ-GUTIÉRREZ, Silvia, PhD

Universidad de Guadalajara, México

RAMÍREZ-LEAL, Roberto, PhD

Universidad Autónoma de Sonora, México

CERTUCHA-BARRAGAN, María Teresa, PhD

Universidad Autónoma de Baja California, México

HERRERA-GÓMEZ, Vivian, BsC

Instituto Nacional de Higiene y Epidemiología, México

GARCÍA-ORTEGA, Héctor, PhD

Facultad de Química, UNAM, México

ESPINOLA ZAVALA, Nilda Gladys, PhD

Instituto Nacional de Cardiología, México

Presentación

ECORFAN, es una revista de investigación que publica artículos en el área de: Prototipos Tecnológicos

En Pro de la Investigación, Docencia y Formación de los recursos humanos comprometidos con la Ciencia. El contenido de los artículos y opiniones que aparecen en cada número son de los autores y no necesariamente la opinión del Editor en Jefe.

Como primer artículo esta *Análisis de vivienda tipo. Caso Saltillo, Coahuila* por MOLAR-OROZCO, María Eugenia y VELÁZQUEZ-LOZANO, Jesús con adscripción en la Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Saltillo, como segundo artículo está *Desarrollo de un sistema de realidad virtual asistido por dispositivos hápticos para la enseñanza-aprendizaje del sistema Braille* por MEDELLIN-CASTILLO, Hugo Iván, GALLEGOS-NIETO, Enrique, ESPINOSA-CASTAÑEDA, Raquel, RODRÍGUEZ-OBREGÓN, Diomar con adscripción en la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ciencias de la Comunicación, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, como tercer artículo está *Percepción de la Protección Civil (PC) en una Institución de Educación Superior, Validación del instrumento para la medición* por CANO, Adolfo, OSORIO-SANCHEZ, Mucio, FORNES-RIVERA, Rene Daniel, LOYA-MATA, Yeudiel con adscripción en la Instituto Tecnológico de Sonora C.P. 85000Cd. Obregón Sonora., como cuarto artículo está *Caracterización de una grúa viajera* FERRER, Miguel, ALMARAZ, Ángel, REYNALDO-LEDESMA, Jaime, RAMOS-LAZARO, Gabriela, y GUANDULAY-ALCANZAR, Miguel Ángel con adscripción en la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, como quinto artículo está *Determinación de la caída de presión y el diámetro de tubería en un sistema de refrigeración por compresión de vapor* por AGUILAR-MORENO, Antonio Alberto*, PÉREZ-GARCÍA, Vicente, RODRÍGUEZ-MUÑOZ, José Luis y DUARTE-CABRERA, Gerardo Daniel con adscripción en la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, como sexto artículo está *Aplicación de colorante color rosa mexicano con fijador en dos fibras y temperaturas diferentes* por NÚÑEZ, Marcela, ROMO, Johanán con adscripción en la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, como séptimo artículo está *Azotea verde para la estabilización de la temperatura en aulas prefabricadas de UTSOE* RAMOS, Humberto, LEDESMA, Reynaldo, RAMOS, Gabriela, MEDINA, Dulce, con adscripción en la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato y como octavo artículo esta *Modelo de Mantenimiento Empleando Técnicas de Manufactura Esbelta* por AVILÉS-FERRERA, José Josías, RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, Marcos, AMBRIZ-COLÍN, Fernando y GUERRERO-GONZÁLEZ, Ricardo con adscripción en la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Contenido

Artículo	Página
Análisis de vivienda tipo. Caso Saltillo, Coahuila <i>MOLAR-OROZCO, María Eugenia y VELÁZQUEZ-LOZANO, Jesús</i>	1-9
Desarrollo de un sistema de realidad virtual asistido por dispositivos hápticos para la enseñanza-aprendizaje del sistema Braille <i>MEDELLIN-CASTILLO, Hugo Iván, GALLEGOS-NIETO, Enrique, ESPINOSA-CASTAÑEDA, Raquel, RODRÍGUEZ-OBREGÓN, Diomar</i>	10-22
Percepción de la Protección Civil (PC) en una Institución de Educación Superior, Validación del instrumento para la medición <i>CANO, Adolfo, OSORIO-SANCHEZ, Mucio, FORNES-RIVERA, Rene Daniel, LOYAMATA, Yeudiel</i>	23-32
Caracterización de una grúa viajera <i>FERRER, Miguel, ALMARAZ, Ángel, REYNALDO-LEDESMA, Jaime, RAMOS-LAZARO, Gabriela, y GUANDULAY-ALCANZAR, Miguel Ángel</i>	33-38
Determinación de la caída de presión y el diámetro de tubería en un sistema de refrigeración por compresión de vapor <i>AGUILAR-MORENO, Antonio Alberto, PÉREZ-GARCÍA, Vicente, RODRÍGUEZ-MUÑOZ, José Luis y DUARTE-CABRERA, Gerardo Daniel</i>	39-47
Aplicación de colorante color rosa mexicano con fijador en dos fibras y temperaturas diferentes <i>NÚÑEZ, Marcela, ROMO, Johanán</i>	48-53
Azotea verde para la estabilización de la temperatura en aulas prefabricadas de UTSOE <i>RAMOS, Humberto, LEDESMA, Reynaldo, RAMOS, Gabriela, MEDINA, Dulce</i>	54-58
Modelo de Mantenimiento Empleando Técnicas de Manufactura Esbelta <i>AVILÉS-FERRERA, José Josías*†, RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, Marcos, AMBRIZ-COLÍN, Fernando y GUERRERO-GONZÁLEZ, Ricardo</i>	59-78
<i>Instrucciones para Autores</i>	
<i>Formato de Originalidad</i>	
<i>Formato de Autorización</i>	

Análisis de vivienda tipo. Caso Saltillo, Coahuila

MOLAR-OROZCO, María Eugenia*† y VELÁZQUEZ-LOZANO, Jesús

*Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Saltillo. Blvd. Los Fundadores, km 13 Ciudad Universitaria Arteaga, Coahuila
Tel 844 6891008*

Recibido Enero 23, 2014; Aceptado Mayo 1, 2014

Resumen

En cada zona climática los edificios se orientan y construyen de distinta manera. El entorno inmediato es también determinante: vistas, sombras proyectadas, etc. A partir del conocimiento y la caracterización de estos climas, es posible plantear líneas de soluciones arquitectónicas más convenientes para cada caso, pero hay que tener en cuenta que existen otros factores que pueden modificar en gran medida este planteamiento. Se ha observado que la mayoría de las viviendas actuales en México no están diseñadas adecuadamente para el clima ni su entorno próximo, por lo que se requiere corroborar dicha aseveración. El objetivo fue determinar el comportamiento térmico de dos viviendas típicas de la ciudad de Saltillo; ubicadas en dos puntos diferentes e identificar las variables que pudieran presentarse por el microclima de la zona metropolitana; en base a esto establecer alternativas bioclimáticas de diseño de acuerdo al clima local. Este estudio, muestra que las viviendas analizadas tienen problemas principalmente en invierno y que el microclima es un factor a considerar de acuerdo a las condiciones que existen en Saltillo.

Vivienda, adecuación, clima

Abstract

In each climate zone and the buildings are oriented differently constructed. The immediate environment is also crucial: views, projected shadows, etc. From the knowledge and characterization of these climates may pose lines most convenient architectural solutions for each case, but bear in mind that there are other factors that can greatly affect this approach. It has been observed that most existing homes in Mexico are not adequately designed for the climate or its immediate environment, so it is necessary to corroborate this claim. The objective was to determine the thermal behavior of two typical houses in the city of Saltillo; located at two different points and identify variables that might arise by the microclimate of the metropolitan area; based on this set bioclimatic design alternatives according to local climate. This study shows that housing problems are analyzed mainly in winter and the microclimate is a factor according to the conditions in Saltillo.

Housing, adaptation, climate

Citación: MOLAR-OROZCO, María Eugenia y VELÁZQUEZ-LOZANO, Jesús. Análisis de vivienda tipo. Caso Saltillo, Coahuila. Revista de Prototipos Tecnológicos. 2015, 1-1:1-9

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: bmolar60@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Estudiar los climas de la arquitectura puede resultar difícil debido a la complejidad de dichos climas; dependen de cuatro parámetros: la temperatura del aire, la radiación, la humedad y el movimiento del aire (Serra, 2004). En el sentido más convencional del término, los climas sobre la superficie de nuestro planeta son también variados, cálidos o fríos, secos o húmedos y templados. Cambian según la época del año, con la variación de la altura del sol o según el régimen de vientos.

Por ejemplo, en las regiones cálido-secas, las temperaturas son muy altas durante el día, pero bajan acusadamente en las horas nocturnas. Existe un intenso asoleo y las escasas precipitaciones y nebulosidad, hacen que predomine la radiación solar directa y que sea muy importante la distribución entre el sol y la sombra. La arquitectura popular característica de estas zonas siempre ha tendido a ser compacta, con escasas aberturas, muchas veces con gruesas paredes o subterráneas, para obtener la máxima inercia térmica frente a las variaciones del clima exterior (Serra, 2004).

En cada zona climática los edificios se orientan de distinta manera. El entorno inmediato es también determinante: vistas, sombras proyectadas, etc. En los países al norte de Europa, debe privilegiarse la orientación sur/suroeste para los espacios donde habitualmente se desarrolla la actividad. Esto no implica una orientación única, puesto que también son necesarios los espacios sombreados y la ventilación natural, a través de espacios paseantes. En los países del sur, por lo general, se busca la orientación al norte, para evitar un asoleamiento excesivo en ciertas estaciones. La orientación sur (en el hemisferio norte) permite maximizar las aportaciones solares pasivas o activas. En muchos países europeos, es necesario minimizar la superficie de las fachadas orientadas al norte y optimizar su aislamiento (Jourda, 2012).

A partir del conocimiento y la caracterización de estos climas, es posible plantear las grandes líneas de las soluciones arquitectónicas más convenientes para cada caso, pero hay que tener en cuenta que existen otros factores que pueden modificar en gran medida este planteamiento. Tanto o más importante que el clima general de la región es el entorno próximo a la arquitectura, el ambiente cercano que genera lo que llamamos microclima de un lugar. En él las condiciones pueden ser muy diferentes a las generales de la zona. Una pendiente a sur o norte puede significar más de 3°C de diferencia de temperatura; unos árboles que tapan un viento o estanque que humedece el aire pueden generar un microclima muy distinto del existente unos metros más allá.

La acción conjunta del sol y del viento provoca la variación microclimática de los cuatro parámetros ya comentados: temperatura, radiación, humedad y viento. Es la conjunción de todos ellos la que define la sensación de comodidad de las personas, a la vez que influye sobre las condiciones y el comportamiento de los edificios situados en cada microclima específico (Serra, 2004).

En función de la geometría y de sus proporciones, el edificio tendrá una mayor o menor compacidad. Para lograr una mayor eficiencia térmica, hay que reducir las superficies de intercambio entre el interior y el exterior. Por otra parte debe minimizarse el impacto sobre el suelo para reducir la impermeabilización de este.

En ciertos climas en los que la temperatura es más o menos constante y el nivel de humedad atmosférica del aire elevado, es conveniente lo contrario, es decir descompactar los edificios para favorecer la ventilación cruzada permanente de forma natural. La ventilación natural es también de particular importancia en las condiciones térmicas estivales, con el fin de refrescar los espacios por la noche.

En ciertos países de clima cálido, las chimeneas de extracción son elementos importantes de la arquitectura vernácula (Jourda, 2012).

Los espacios interiores de la arquitectura son, por lo general, de temperaturas menos variables que el exterior, simplemente por efecto de barrera y acumulación de energía que producen los mismos cerramientos o envolventes. Según esto, lo normal y lógico es que las condiciones térmicas interiores sean más agradables que las exteriores, pero por desgracia en algunos países, sucede con frecuencia lo contrario y en el interior se dan condiciones peores a las que simultáneamente se presentan en el exterior. En cierto sentido se podría afirmar que muchos edificios “funcionan peor que el clima” (Serra, 2004).

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, se ha observado que la mayoría de las viviendas actuales en México no están diseñadas adecuadamente para el clima ni su entorno próximo, cayendo en el error de repetir la misma planta tipo, por lo que se requiere corroborar dicha aseveración, aun cuando existen recomendaciones que hace la misma Comisión de Vivienda (CMIC) editada por CONAVI no son tomadas en consideración.

El objetivo fue determinar el comportamiento térmico de dos viviendas típicas de la ciudad de Saltillo; ubicadas en dos puntos diferentes e identificar las variables que pudieran presentarse por el microclima de la zona metropolitana; en base a esto establecer alternativas bioclimáticas de diseño de acuerdo al clima local.

Metodología

La investigación fue mixta y descriptiva, de forma transversal en un periodo de 2013-2014, realizando trabajo documental y de campo.

Se consideraron datos meteorológicos en un periodo de 14 años para cotejar cambios de temperatura y porcentaje de humedad en ese tiempo, mediciones por un año en dos viviendas de planta tipo más usadas en la localidad y comparar la información con el programa Ener-habitat.

Para establecer el confort, se basó en el modelo ASHRAE 55-2010 ($T_n = 17.8 + 0.31 * T_m$) para definir el rango neutral interior, el rango es + 2.5 grados C; seleccionando la tabla de Mahoney, la formula anterior fue adaptada por G. Gómez Azpeitia (Universidad de Colima, 1990) quedando:

$$T_n = 17.6 + (0.3 \times T_o)$$

T_n es la temperatura de confort interior requerida

T_m o T_o es la temperatura media mensual al exterior

Confort superior

$$CS = T_n - H$$

Confort inferior

$$CI = T_n - K$$

Donde

HR	H	K
< 25%		
25 – 30 %	3.5	2.0
31 – 50 %	3.0	2.0
51 – 65 %	2.5	2.5
66 – 75 %	0.0	3.5
>76%		

Para la situación diurna se consideró la mínima humedad, y para la nocturna la máxima humedad. Se consideraron los datos de un año 2013-14.

Las viviendas seleccionadas son de construcción contemporánea.

Las dos edificaciones se monitorearon con ocupación, con cargas internas empleando abanico y calefacción como sistema de climatización, con orientaciones y ubicaciones distintas; una de dos plantas con diseño típico de viviendas de nivel media, media-alta y la otra de una planta nivel medio bajo y medio.

Por su domicilio, se las denominará en adelante:

Vivienda 1, en Saltillo colonia San Vicente, su fachada principal tiene orientación SO.

Vivienda 2, en Saltillo al límite de la ciudad de Arteaga fraccionamiento Balcones de Morelos, su fachada principal tiene orientación SE.

El trabajo consistió en la colocación de sensores data loggers (marca Hobo) en dos espacios interiores. Es un sensor de temperatura del aire, humedad relativa, de 12 bits de resolución. El rango de medición de la temperatura es de -20°C a 70°C y el de humedad relativa de 5% a 100%. La precisión en la temperatura es de $\pm 0.35^{\circ}\text{C}$ entre 0°C y 50°C , y la de la humedad de $\pm 2.5\%$ de 10% a 90%.

Se seleccionaron los espacios más empleados como: la sala y la recámara principal, la ubicación de los dispositivos fue en una parte intermedia del muro sobre algún mueble fijo o colgado, a una altura aproximada de 1.40m, considerando que no reciba radiación directa del sol ni contacto con alguna pared que se caliente por la tarde, evitando vientos directos y ubicados de tal manera que no sea percibido por el habitante de la vivienda. Las mediciones se programaron para cada hora iniciando a mediados de enero 2013.

Para mayor control se nombraron a cada uno de los dispositivos por letras, y se colocaron los pares en cada una de las viviendas, quedando de la siguiente manera:

Para vivienda 1, los Hobos C en la sala y B en la recámara.

Para vivienda 2, los Hobos A comedor y D recámara. Localizada casi en el límite de Arteaga, lo que en teoría da un comportamiento climático diferente.

A mediados de agosto se procedió a colocar un dispositivo al exterior en cada casa, para monitorear el microclima del sitio y comparar el comportamiento de la construcción al interior de acuerdo con su entorno próximo. En la vivienda 1, el Hobo F y el Hobo E en la vivienda 2, en un espacio cubierto procurando que estuvieran protegidos de sol, lluvia y viento.

Los datos obtenidos con los sensores se exportaron a hojas de cálculo de Excel, para su procesamiento e incorporación con los datos macro climáticos obtenidos de la estación meteorológica más cercana, para su análisis.

Resultados

Para esta investigación se consideraron únicamente parámetros ambientales.

Saltillo Capital del estado de Coahuila de Zaragoza, México. Se localiza al norte de México en la región sureste del mismo estado, a 400 km al sur de la frontera con Texas, Estados Unidos y a 846 km de la ciudad de México. Su latitud $25^{\circ}22'35''\text{N}$, longitud $101^{\circ}01'00''\text{O}$ y altitud 1789 metros. El clima de Saltillo, según se indica es templado semiseco con pocas lluvias en verano e invierno, Ochoa (2008). De acuerdo a Jan Bazant (2010), le corresponde la zona 2, Desiertos de América del Norte con un clima seco desértico o cálido seco. Según King, (1994) y Morillón (2004), el Bioclima es templado seco.

Para este estudio también se consideró a la ciudad de Arteaga por la proximidad de una vivienda a esta población y su influencia climática, población del estado mexicano de Coahuila, a una altura de 1,660 metros sobre el nivel del mar, forma parte de la Zona Metropolitana de Saltillo, clima similar al de Saltillo, con diferencia de 1 a 2 grados centígrados a bajo (Plan Estatal, 2010), conformada por varios cañones especial en cuanto al clima se refiere, se cuenta con variaciones muy marcadas en lugares muy cercanos; esto debido a la distribución de los diferentes cañones. Por desgracia la información meteorológica no tiene mucha historia (Plan Estatal, 2010). Se considera el clima semiseco - semicálido, con ligeras variaciones según la altitud; el noreste y sureste se encuentra dentro del subgrupo de climas semi – fríos.

Conforme a lo anterior, se procedió a realizar un análisis del macro clima de Saltillo para observar el comportamiento a través de los años, figura 1.

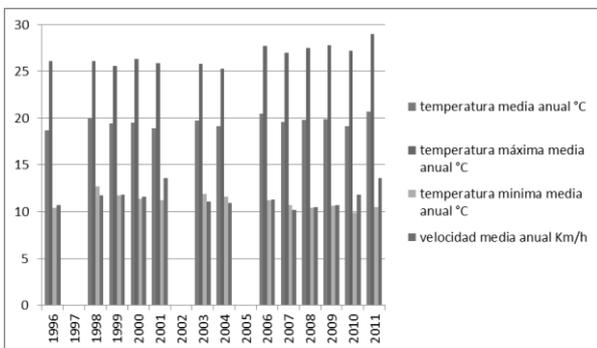


Figura 1 Datos climáticos de Saltillo 1996 a 2011.

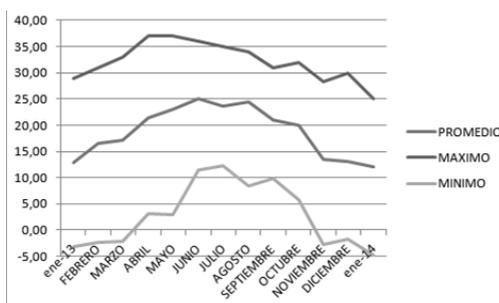


Figura 2 Temperatura enero 2013-14.

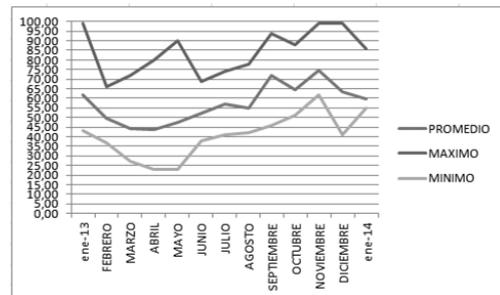


Figura 3 Humedad enero 2013-14.

En los datos macro climáticos de Arteaga, figura 4, la información en este caso, sólo fue de temperatura ya que no se encontraron datos de humedad de enero 2013 a enero 2014.

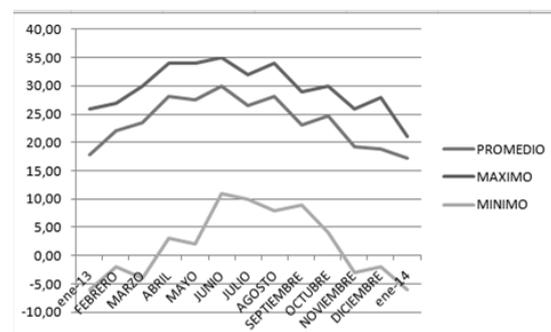


Figura 4 Temperatura

Acorde con los datos obtenidos del clima, se buscaron las recomendaciones de la Guía Conafovi (2006), cabe señalar que para Saltillo no existe una clasificación específica:

Meses con frío (diciembre y enero): Calentamiento directo, en las primeras horas de la mañana; Calentamiento indirecto por las fachadas oeste, sureste y noroeste; Controlar oscilaciones de humedad; No ventilar por las noches; Evitar vientos fríos de invierno.

Meses con calor (abril a junio): Enfriamiento con ventilación; Reducir oscilaciones de temperatura; Inercia térmica en muros; Ventilación todo el día para el control higrométrico. Evitar ganancias solares, directas e indirectas; Áreas exteriores protegidas (microclimas con patios), se requiere de vegetación caduca en orientaciones suroeste y noroeste en el exterior como protección en verano.

Características de las viviendas:



Figura 5 Fachada principal de la primera vivienda. Fotografía de la autora.

La vivienda 1, es de una sola planta y compacta habitada por 3 personas. La fachada lateral (E) está separada de la vivienda contigua por un pasillo de servicio, la otra colinda con la construcción vecina, la fachada posterior (NE) cuenta con terreno libre y uno pequeño en la fachada principal (SO). Las áreas exteriores están cubiertas por concreto. Los principales materiales constructivos utilizados son: losa de concreto de 15 cm con impermeabilizante de color blanco y muro de bloque de concreto de 15 x 20 x 40 cm, con aplanado de yeso al interior y mortero cemento-arena pintado de color blanco. La vivienda no tiene ningún aislamiento adicional en muros. La fachada principal cuenta con árboles que generan sombra por la tarde.



Figura 6 Fachada principal de la segunda vivienda. Fotografía de la autora.

La vivienda 2, es de dos plantas ocupada por 4 personas; colinda por un costado con otra vivienda.

Lo cual ayuda a proteger los espacios íntimos orientados al oeste, de la radiación directa principalmente. La fachada lateral está separada por un patio de servicio de la vivienda vecina, la fachada posterior (NO) cuenta con terreno libre. Las áreas exteriores están cubiertas por concreto solo se cuenta con una pequeña sección de vegetación en la fachada principal (SE). Los principales materiales constructivos son de losa aligerada de 12 cm con impermeabilizante de color blanco y muros de bloque de concreto de 15 x 20 x 40 cm, con aplanado de yeso al interior, mortero cemento-arena al exterior pintado de dos colores al exterior en la planta alta es blanco y en la parte baja es café rojizo. La vivienda no cuenta con protecciones solares en las ventanas.

Los datos obtenidos de las mediciones al interior y exterior se procesaron para el análisis, tomándose en cuenta la temperatura y % de humedad promedio de cada mes del 2013 - 2014.

Vivienda 1

	ene-13	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	ene-14
PROMEDIO	15,99	18,35	19,75	24,31	25,53	27,50	25,74	26,14	22,58	22,33	18,25	17,16	14,62
MAXIMO	21,76	23,48	26,68	31,88	32,50	32,19	30,76	31,68	28,66	28,75	23,77	24,06	20,52
MINIMO	9,18	12,50	12,88	18,81	17,19	22,53	21,28	21,28	18,43	16,81	12,11	10,26	8,38

Tabla 1 Temperatura °C de la recámara con orientación NE

	ene-13	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	ene-14
PROMEDIO	15,98	18,39	19,82	24,26	25,34	27,34	25,67	26,02	22,44	21,58	17,61	16,58	13,93
MAXIMO	21,95	24,06	27,27	31,06	32,09	32,29	30,66	31,57	28,46	28,36	23,68	22,81	19,57
MINIMO	9,37	13,27	12,91	18,71	17,57	22,81	21,47	21,38	18,14	16,33	11,04	10,26	7,88

Tabla 2 Temperatura °C de la sala con orientación SO

Temperatura y humedad del exterior en la vivienda 1, de agosto 2013 a enero 2014 fue:

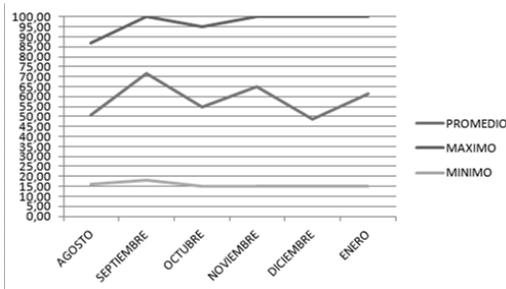


Figura 7 Humedad

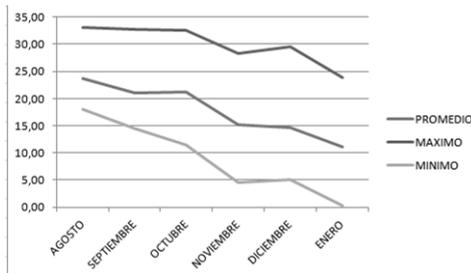


Figura 8 Temperatura.

Vivienda 2

	ene-13	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	ene-14
PROMEDIO	19,32	20,95	21,25	25,04	25,98	27,46	26,26	27,06	24,03	24,42	19,59	18,91	14,85
MAXIMO	25,22	26,10	27,96	30,66	31,37	31,27	30,66	31,47	28,95	28,35	25,81	25,71	20,52
MINIMO	11,82	15,09	14,04	20,04	18,81	23,87	22,62	22,43	19,57	18,85	13,75	11,24	10,75

Tabla 3 Temperatura °C de la recámara con orientación NO

	ene-13	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	ene-14
PROMEDIO	26,67	28,11	19,38	23,13	24,41	26,38	25,15	26,34	22,88	22,28	22,58	16,68	14,28
MAXIMO	29,77	24,55	26,79	30,36	30,98	32,09	29,85	32,29	27,96	27,27	23,68	23,20	25,13
MINIMO	8,98	13,85	13,09	19,33	17,76	23,10	22,05	23,94	19,09	19,24	13,13	10,55	0,67

Tabla 4 Temperatura °C de la sala con orientación SE

El comportamiento al exterior de la vivienda 2, de agosto 2013 – enero 2014, observamos que:

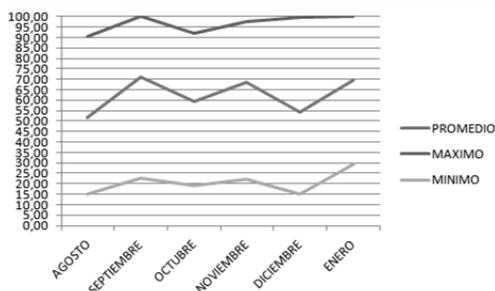


Figura 9 Humedad.

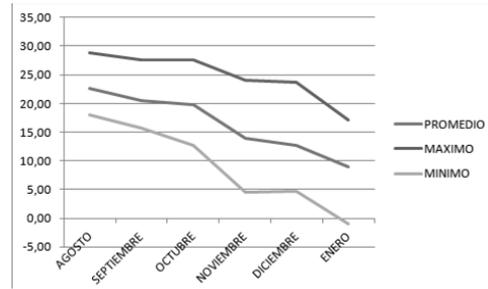
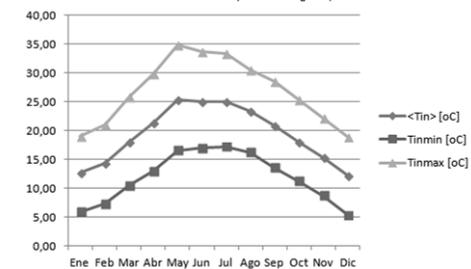
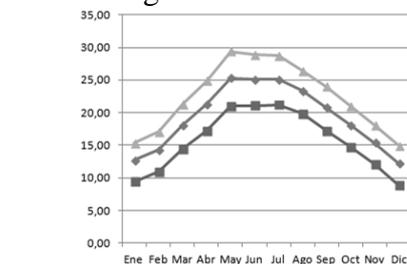


Figura 10 Temperatura.

De acuerdo a los datos obtenidos de ambas viviendas, se observa que el mes más cálido en promedio fue en junio entre 26,39 a 27,50 °C; la temperatura máxima registrada en la vivienda 1 fue en mayo y junio con más de 32 °C y en la vivienda 2 se dio en agosto entre 31 y 32 °C, existiendo coincidencia entre las viviendas respecto a la temperatura mínima en enero 2014 entre 6,67 a 10,75 °C.

Se procedió a analizar con el programa Ener-habitat el nivel de confort en un año, en base la envolvente de la losa, dando como resultado los siguientes datos:



Figuras 11 y 12 Comportamiento de Vivienda 1 y 2 respectivamente.

Los resultados obtenidos por el programa, son similares en algunos puntos con las viviendas, pero difieren en el mes más cálido de acuerdo a lo obtenido en las mediciones reales, dado que el programa no cuenta con algunos parámetros como el porcentaje de humedad.

Orientación del espacio ni condiciones microclimáticas de las viviendas, mismas que generan un comportamiento térmico algo distinto.

Para completar el análisis se procedió a vaciar los datos climáticos registrados del 2013 – 2014 y compararlo con las mediciones de los espacios, para en base a esto determinar las estrategias bioclimáticas:

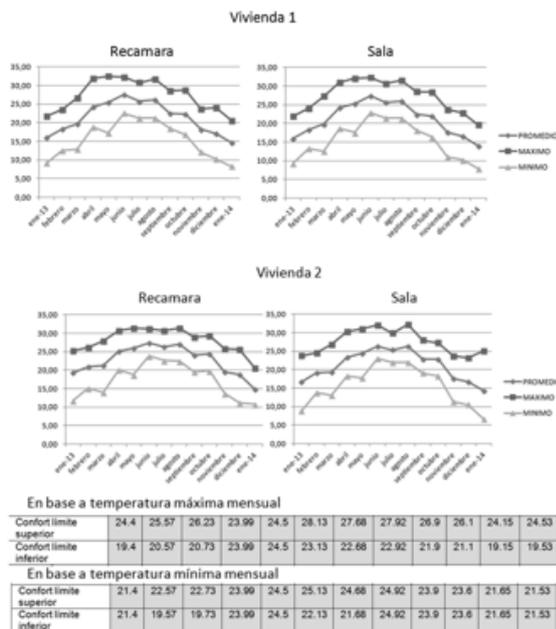
Situación

Nombre de la población	Saltillo, Coahuila
Longitud	101°01'00"O
Latitud	25°22'35"N
Altitud	1789

Diagnóstico Confort para cada mes se aplicó en base a la fórmula propuesta al principio:

$$T_n = 17.6 + (0.3 \times T_o)$$

Diagnóstico



Figuras 13 y 14 Comparativa del comportamiento térmico de las viviendas respecto a los límites de confort.

Indicadores

INDICADOR	DIAG	GRUPO HUM.	OBSERVACIONES
A	C	2,3	CALUROSO Y SECO
F	F		FRIO

Estrategias

INDICADOR	ESTRATEGIAS
A	Propiciar y optimizar la ventilación
F	Propiciar la calefacción solar

De acuerdo a los datos obtenidos el Programa bioclimático para Saltillo es el siguiente:

DISPOSICION	Orientación Norte-Sur (eje mayor Este-Oeste)
COLINDANCIAS	Separación amplia con penetración de la brisa
CUBIERTAS	Ligeras con superficies reflectora y cámara de aire Ligeras con buen aislamiento
PISO	Con mucha inercia térmica pero siempre a la sombra Poco higroscópico (evitar alfombras)
DIMENSION DE LAS VENTANAS	Mediana: 24-40% del aire de la fachada
POSICION DE LAS VENTANAS	En muros Norte y Sur a la altura de un hombre y perpendiculares al viento En el muro Sur tratando de ganar la máxima exposición solar
PROTECCION DE LAS VENTANAS	Evitar estacionalmente la luz solar directa Doble vidrio para proporcionar la máxima ganancia solar
VENTILACION	Habitaciones en fila simple, posición permanente para optimizar el movimiento del aire

Conclusiones

En esta investigación se ha presentado un análisis cuantitativo del comportamiento térmico de dos viviendas de acuerdo al sistema constructivo y elementos del entorno que influye en el factor de confort.

Los resultados indican que las viviendas analizadas tienen problemas principalmente en invierno ya que tienen una gran diferencia respecto al confort límite aceptable más que en la temporada de verano que es menor.

Por mi tanto no permite tener un mayor control al interior de la vivienda y el microclima es un factor a considerar de acuerdo a las condiciones que existen en Saltillo, debido a su configuración que cuenta con tiene variantes climáticas en una misma zona.

La utilidad concreta del trabajo es para considerarlo en futuras propuestas de viviendas, de forma tal que se optimicen las condiciones de confort especialmente en los meses de invierno, sabemos que en ocasiones no es factible construir adecuadamente, pero con estrategias pasivas y diseños bioclimáticos acordes al clima ayudarían a reducir el tiempo de desconfort en los espacios, mismo que reduciría la demanda de sistemas activos.

Como futuras líneas de investigación se propone continuar con más estudios para comparar los resultados con otras viviendas principalmente con la misma orientación y distribución espacial. Como sucede con todos los estudios, este trabajo tuvo sus limitaciones. Los resultados encontrados se limitaron a Saltillo.

Agradecimientos

Se reconoce el apoyo de la Universidad Autónoma de Coahuila y al Dr. Carlos Fuentes en el apoyo de recursos para el desarrollo del proyecto, al Dr. Aguillón y el Dr. Ochoa por su orientación y las personas que facilitaron el acceso a sus viviendas.

Referencias

Comisión Nacional del Fomento a la Vivienda. (2006). Guía CONAFOVI. Uso eficiente de la energía en la vivienda. 1ª edición, México: editorial CONAVI.

Escenarios del clima en Coahuila para este siglo por regiones. Componentes de vulnerabilidad y amenazas. (2010). Plan Estatal de Cambio Climático para Coahuila de Zaragoza.

Jourda F. (2012). Pequeño Manual del Proyecto Sostenible. España: Gustavo Gili, pp. 21, 29, 36, 37, 54, 55 y 57.

Morillón, G. D. (2004). Atlas del bioclima de México, II. México: UNAM.

Ochoa, J. (2008). Reglamentación y normatividad para arquitectura bioclimática. Redes temáticas de colaboración 2008: Informe final del proyecto (2010-2012). Universidad de Sonora, Subsecretaría de educación superior Programa de mejoramiento del profesorado PROMEP.

Serra, R. (2004). Arquitectura y climas. 4ª edición, Barcelona: Gustavo Gili, S.A, pp. 7 a 12, 22 y 23.

Tu tiempo, clima Saltillo. Recuperado de: http://www.tutiempo.net/clima/Saltillo_Coah/763900.htm

Weather Arteaga. Recuperado de: <http://www.accuweather.com/es/mx/artega/237484/february-weather/237484?monyr=2/1/2013&view=table>

Desarrollo de un sistema de realidad virtual asistido por dispositivos hápticos para la enseñanza-aprendizaje del sistema Braille

MEDELLIN-CASTILLO, Hugo Iván^{*†}, GALLEGOS-NIETO, Enrique[`], ESPINOSA-CASTAÑEDA, Raquel^{``}, RODRÍGUEZ-OBREGÓN, Diomar^{```}

[`]Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Manuel Nava No. 8, C.P. 78290, San Luis Potosí, S.L.P., México.

^{``}Facultad de Ciencias de la Comunicación, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Karakorum No. 1245, C.P. 78210, San Luis Potosí, S.L.P., México.

^{```}Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Manuel Nava s/n, C.P. 78290, San Luis Potosí, S.L.P., México.

Recibido Enero 7, 2014; Aceptado Mayo 8, 2014

Resumen

El sistema Braille es un método de lectura y escritura para personas ciegas basado en un arreglo de puntos en relieve que la persona ciega puede palpar o sentir. El sistema Braille es el sistema de comunicación para personas ciegas más ampliamente utilizado a nivel mundial; por tanto el aprendizaje de este sistema es de vital importancia para este tipo de personas. Con el propósito de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del sistema Braille, en este trabajo de investigación se propone y desarrolla un nuevo sistema computacional basado en el uso de tecnologías de realidad virtual y sistemas hápticos. El sistema propuesto tiene como función principal mostrar en pantalla diferentes objetos 3D correspondientes a textos en Braille, para que el usuario (persona ciega) pueda palparlos y sentirlos virtualmente mediante un dispositivo háptico. Los textos Braille virtuales se representan mediante arreglos de fichas 3D correspondientes a las letras del alfabeto; cada letra es una ficha 3D con bordes y puntos en relieve de acuerdo al sistema Braille. Los resultados de las pruebas de evaluación del sistema han demostrado la funcionalidad y utilidad del nuevo sistema como una herramienta eficaz en el proceso enseñanza-aprendizaje del sistema Braille.

Realidad virtual (RV), sistemas hápticos, proceso enseñanza-aprendizaje (PEA), sistema Braille, personas ciegas.

Abstract

The Braille system is a reading and writing method for blind people and is based on an array of superficial dots for the blind to feel and touch. The Braille system is the most widely used communication system for blind people; therefore the learning of this system is an essential need for this type of people. In order to improve the teaching and learning process of the Braille system, in this paper a new computational system is proposed and developed based on the use of virtual reality technologies and haptic systems. The main function of the proposed system is to show on the computer screen different 3D virtual objects, corresponding to Braille texts, in order for the user (blind people) to virtually feel and touch them by means of a haptic device. The virtual Braille texts are represented by arrays of predesigned 3D cells that correspond to the letters on the alphabet; each letter is a 3D cell with edges and superficial dots according to the Braille system. The results of the system evaluation tests have demonstrated the functionality and usability of the new system as an effective tool in the teaching and learning process of the Braille system.

Virtual reality (VR), haptic systems, teaching and learning process (TLP), Braille system, blind people.

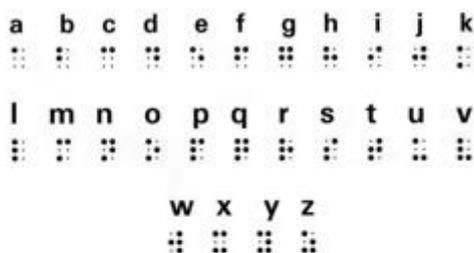
Citación: MEDELLIN-CASTILLO, Hugo Iván, GALLEGOS-NIETO, Enrique, ESPINOSA-CASTAÑEDA, Raquel, RODRÍGUEZ-OBREGÓN, Diomar. Desarrollo de un sistema de realidad virtual asistido por dispositivos hápticos para la enseñanza-aprendizaje del sistema Braille. Revista de Prototipos Tecnológicos. 2015, 1-1:10-22

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: hugoivanmc@uaslp.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

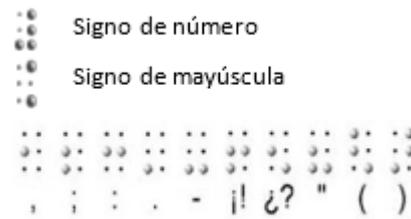
El Braille es el medio de comunicación más utilizado entre las personas ciegas, fue inventado en 1821 por el Francés Louis Braille, quién quedó ciego por un accidente en el taller de su padre. El Sistema Braille consiste en celdas con un arreglo de 6 puntos en relieve distribuidos en dos columnas y tres filas para representar una letra. A cada una de las letras del alfabeto le corresponde un arreglo de puntos específico (Figura 1a); además existen arreglos adicionales para algunos símbolos. Para formar palabras u oraciones se colocan las celdas de cada letra de manera consecutiva (Figura 1b), para representar una letra mayúscula se coloca un símbolo que indica que la siguiente letra es mayúscula, y para números se toman las primeras diez letras del alfabeto y se antepone otro símbolo que indica que los siguientes caracteres son números (Figura 1c). El proceso de enseñanza-aprendizaje de lectura Braille presenta una etapa de identificación donde las personas ciegas tocan las diferentes celdas con puntos en relieve para identificar y aprender las configuraciones de cada letra del alfabeto.



(a)



(b)



(c)

Figura 1 Sistema Braille: a) alfabeto Braille, b) palabras en el sistema Braille, c) algunos símbolos en el sistema Braille.

El incremento en las tecnologías computacionales en las últimas cuatro décadas, ha permitido el desarrollo de sistemas modernos de graficación en los cuales se pueden representar ambientes virtuales muy cercanos a la realidad. La mayoría de los sistemas computacionales modernos consideran al sentido de la vista como el sentido más importante. Sin embargo, los otros sentidos juegan también un papel importante cuando se trata de desarrollar sistemas virtuales lo más cercanos a la realidad, e incluso pueden llegar a ser más importantes que la vista. En la mayoría de las aplicaciones, la combinación de los distintos sentidos produce la sensación de una completa realidad. De esta manera, la representación de ambientes reales requiere la generación de información y señales para todos los sentidos, no solo el de la vista (Ramesh, 2000). Recientemente con el surgimiento de los sistemas hápticos (Brooks et al. 1990) ahora también es posible tocar y sentir objetos en ambientes virtuales.

El objetivo del presente trabajo es el desarrollo de un nuevo sistema para la enseñanza- aprendizaje del sistema Braille de personas. El sistema propuesto pretende explorar y hacer uso de las aplicaciones de la realidad virtual y los sistemas hápticos en personas ciegas. La realidad virtual permite generar objetos virtuales tridimensionales, que en este caso corresponden a las letras o textos en Braille, y la interacción del usuario con el ambiente virtual se realiza mediante un sistema háptico.

El cual permite a las personas ciegas sentir y tocar las esferas y las fichas que conforman las letras o textos en Braille.

Antecedentes teóricos

Proceso enseñanza-aprendizaje (PEA)

De acuerdo a la teoría General de los Sistemas, el aprendizaje es el cambio en la disposición del sujeto con carácter de relativa permanencia y que no es atribuible al simple proceso de desarrollo o a la maduración. Esta concepción sistémica de la educación se define como “un plan para proveer conjuntos de oportunidades de aprendizaje para lograr metas y objetivos específicos relacionados, para una población identificable, atendida por una unidad escolar” (Saylor y Alexander, 1974). Dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, estas metas y objetivos no deben ser cumplidos con metodologías cerradas sino flexibles. La pedagogía por objetivos responde a un modelo cerrado de programación que se limita a comprobar el logro de un objetivo. Mientras que la enseñanza, al ser un modelo abierto y flexible, debe considerar el proceso seguido por cada alumno.

De esta manera, los objetivos del proceso de enseñanza-aprendizaje constituyen los fines o resultados, previamente concebidos como un proyecto abierto y flexible, que guían las actividades de profesores y estudiantes para alcanzar las transformaciones necesarias en estos últimos. Como expresión del encargo social que se plantea a la escuela, el PEA sirve como vínculo entre la sociedad y la escuela (Bravo & Cáceres, 2006).

Enseñanza-aprendizaje de personas con discapacidad visual

La percepción sensorial constituye el cimiento del conocimiento para las personas con baja visión, ciegas o normales, dado que todos pasan en su desarrollo por el mismo proceso.

El problema es que las personas con baja visión y ciegos no alcanzan un desarrollo normal en su proceso evolutivo si no se les provoca una situación satisfactoria para que se produzca. La estimulación multi sensorial es particularmente útil para una persona ciega o débil visual porque le permite despertar la conciencia acerca de la presencia de diferentes sensaciones, adquiriendo de este modo información a través de las partes de su cuerpo. Por tanto, el desarrollo de tecnologías TIC que permitan generar estímulos multi sensoriales durante el PEA de personas ciegas o débiles visuales, es de suma importancia. Esto implica exponer al estudiante ante situaciones que exijan una actividad de exploración, de búsqueda de alternativas diversas, de reflexión sobre formas y conductas de realización de actividades personales y grupales.

Los autores Hoolbrook y Koenig (2003) señalan que “el éxito académico de estudiantes con discapacidad visual depende en gran medida del acceso a la formación y a los materiales didácticos”. Así mismo Stratton (1990), resalta que para cubrir las necesidades del estudiante y aprovechar al máximo sus habilidades es importante proporcionar la ayuda y adaptaciones que sean realmente necesarias, considerando que “una adaptación excesiva separa al estudiante de su entorno mientras que una carencia le inhibe del aprendizaje”. Las dos aportaciones mencionadas son claves para comenzar a adentrarse en la educación incluyente de personas con discapacidad visual.

Realidad virtual

Los orígenes de la Realidad Virtual (RV) datan desde el proyecto “the ultimate display” (Sutherland, 1965), en donde se hace referencia a la pantalla o monitor como una ventana a un mundo virtual el cual se percibe, se comporta, suena y se siente como si fuera real.

Existen diversas definiciones de RV, por ejemplo, Ellis (1994) la define como “la proyección interactiva de imágenes virtuales mejoradas y el uso de modalidades no visuales, como la retroalimentación háptica y auditiva, para hacer creer al usuario que está interactuando con objetos reales”. Por otro lado Jayaram y Connacher (1997) la definen como “el uso de ambientes sintéticos generados por computadora y el hardware asociado para proveer al usuario la ilusión de presencia física dentro de dicho ambiente”. Sin embargo, todas las definiciones coinciden en que la RV es un ambiente sintético generado por computadora y otros dispositivos externos que permiten al usuario interactuar con un mundo virtual en el cual los objetos virtuales pueden comportarse como si fueran reales. El concepto fundamental detrás de la RV es la ilusión (Mujber et al. 2004).

El grado de inmersión en un sistema de RV se refiere a que tan profundamente el usuario esta sensorialmente involucrado en el ambiente virtual, es decir, que tanto puede ver, oír, sentir e incluso oler o saborear los objetos virtuales. Existen diferentes niveles de inmersión; por ejemplo, en el nivel más alto de inmersión el usuario estaría completamente aislado del mundo real y utilizaría los cinco sentidos (vista, oído, tacto, olfato y gusto) para interactuar con el ambiente virtual. A la fecha no existe ningún sistema de RV que permita una inmersión total con todos los sentidos. Un nivel bajo de inmersión puede involucrar únicamente uno o dos sentidos, siendo la vista el más común, donde por medio de proyecciones estereoscópicas 3D el usuario puede ver objetos virtuales como si fueran objetos reales. También cada vez es más común el uso de dispositivos hápticos los cuales permiten sentir la forma, textura, rigidez, peso e inercia de los objetos virtuales. De acuerdo al grado de inmersión, Mujber et al. (2004) clasifican los sistemas de RV en: 1) no inmersivos (desktop systems), 2) semi-inmersivos, y 3) totalmente inmersivos.

Las aplicaciones de los sistemas de RV incluyen:

- Medicina: se han desarrollado sistemas virtuales para el diseño de prótesis e implantes (Scharver 2004), sistemas de cirugía por computadora (Girod et al. 1995, Bell et al. 2011, Govea et al. 2012), entrenamiento quirúrgico (Pohlenz et al. 2010), rehabilitación, y tratamientos o terapias para cierto tipo de enfermedades como las fobias (Castañeda et al. 2011).
- Ingeniería: desarrollo de sistemas de diseño y manufactura virtuales (Henderson y Kattethota, 1999, Fischer, et al. 2009), simulación virtual de procesos industriales (Aras y Yip-Hoy, 2007, Lim, et al., 2009, Gonzalez, et al. 2014), entrenamiento virtual de operarios (Pérez y Sanz, 2007, Brough, et al. 2007), fábricas virtuales (Mujber et al. 2004), etc.
- Ciencia: representación y simulación virtual de fenómenos físicos, biológicos y químicos, visualización de información científica, etc.
- Educación: creación de escenarios a escala nano, micro, macro o astronómico, para proveer a los estudiantes el experimentar diversos fenómenos o conceptos en un mundo virtual (Castañeda y Espinosa, 2008).
- Entretenimiento: videojuegos y simuladores que permiten al usuario sentir y manipular objetos virtualmente, o incluso llevar una segunda vida virtual (second life, 2014).
- Arte: exhibiciones virtuales de arte, museos virtuales, conciertos virtuales, escultura virtual de objetos y cine (Medellín et al. 2011).

Sistemas hápticos

La palabra háptico proviene de la palabra griega haptesthai que significa tocar, o lo que es relacionado al sentido del tacto, y se puede interpretar bajo diversos conceptos como son: 1) percepción háptica, que se refiere al proceso mediante el cual se perciben los objetos a través del sentido del tacto; 2) retroalimentación háptica, que se refiere a recibir una fuerza o señal externa para estimular el sentido del tacto; y 3) interfaz háptica, que se refiere a los dispositivos encargados de generar la señal de retroalimentación háptica.

Similar a la gráfica computacional, el renderizado háptico computacional provee la proyección de objetos a las personas de una manera interactiva, pero con la diferencia de que los objetos virtuales pueden ser tocados o palpados. El renderizado háptico es el proceso general de sentir o tocar objetos virtuales, e incluye retroalimentación táctil para sentir propiedades tales como textura superficial y forma, así como retroalimentación kinestésica para sentir la dureza, peso e inercia de los objetos. De acuerdo con Burdea (1996) los dispositivos hápticos permiten obtener de manera general tres tipos de retroalimentación:

- Retroalimentación táctil o cutánea, la cual es útil para reconocer la textura, forma o incluso la temperatura de los objetos virtuales.
- Retroalimentación de fuerza cinemática, la cual permite reconocer el peso, inercia y dureza de los objetos virtuales, y en su caso, colisiones con otros objetos virtuales.
- Retroalimentación propioceptiva, la cual permite capturar la posición y orientación del objeto virtual en un espacio tridimensional.

Las interfaces hápticas son comúnmente utilizadas para habilitar el sentido del tacto y cinestesia al manipular objetos virtuales en un ambiente de RV. Sin embargo también pueden ser utilizadas para la manipulación a distancia de sistemas reales. Las interfaces hápticas se comportan como un pequeño robot que intercambia energía mecánica con el usuario. Aunque estas interfaces pudieran interactuar con cualquier parte del cuerpo humano, las interfaces manuales han sido las más desarrolladas e utilizadas hasta la fecha, Figura 2. Existen actualmente en el mercado varios dispositivos hápticos, entre los que destacan el Phantom Omni y el Phantom Desktop de Sensable®, el Falcon de Novint®, y el Virtuose de Haption®.



Figura 2 Sistema háptico Phantom Omni de Sensable®.

Sistemas y aplicaciones para ciegos

Recientemente se han propuesto y desarrollado diversas aplicaciones RV enfocadas a la estimulación auditiva y táctil de personas ciegas y débiles visuales. Evett et al. (2009) desarrollaron una interfaz para permitir la exploración de los entornos virtuales a través de retroalimentación háptica y auditiva, utilizando un sistema de bajo costo, tal como el control remoto de Nintendo Wii. Por otro lado, Gómez et al. (2012) crearon una interfaz para la mejora de la percepción espacial y la inteligibilidad para usuarios ciegos a través de señales de audio y de tacto. La parte medular de esta interfaz fue la codificación del color y profundidad en sonidos de instrumentos musicales, lo cual proporciona una imagen espacial del entorno, los límites y obstáculos.

Esto permitió a las personas ciegas explorar selectivamente ambientes, descubrir lugares de interés, y desarrollar estrategias de navegación personalizadas.

En el caso de entornos reales, Loomis et al. (2001) realizaron una recopilación completa de los sistemas de navegación basados en GPS para personas con discapacidad visual, haciendo hincapié en el valor de este tipo de sistemas para su navegación en ambientes reales al aire libre. En cuanto a los espacios interiores, Loomis et al. (2005) señalaron que el GPS no funciona plenamente en estos contextos, por lo que deben considerarse otros métodos. Por ejemplo, Gill (1996) desarrolló una solución basada en tecnología de infrarrojos y sensores para determinar la ubicación interior de una persona. En una perspectiva similar, Ran et al. (2004) diseñaron un sistema que combina el GPS, para la navegación en exteriores, y sensores ultrasónicos, para la navegación en interiores.

Numerosos estudios han atestiguado la capacidad de las personas ciegas para navegar en entornos complejos, sin depender de insumos visuales (Byrne and Salter, 1983; Loomis et al., 1993; Millar, 1994; Tinti et al., 2006; Afonso, 2006). En ausencia de la vista, la experiencia kinestésica es una fuente alternativa de información válida para la construcción de representaciones mentales de un entorno.

Descripción del sistema

Arquitectura de sistema

El sistema de enseñanza-aprendizaje Braille (SEAB) propuesto, ha sido desarrollado usando técnicas de realidad virtual y sistemas hápticos. La Figura 3 muestra la arquitectura general del sistema propuesto, el cual consta de tres módulos principales:

1. Módulo gráfico: encargado del renderizado gráfico de los objetos virtuales y el ambiente virtual, en este caso los textos Braille.
2. Módulo háptico: encargado del renderizado háptico que provee el sentido del tacto y la retroalimentación de fuerza para que el usuario pueda tocar y palpar los objetos virtuales.
3. Módulo Braille: encargado de la generación de los objetos virtuales correspondientes a los textos 3D en Braille, así como de la conversión de textos en español a textos 3D en Braille. Cuenta además con un catálogo que contiene una gran variedad de textos 3D predefinidos para que el usuario los pueda seleccionar y mostrar en pantalla durante el proceso enseñanza-aprendizaje.

La integración de estos tres módulos permite al sistema SEAB llevar a cabo tareas de enseñanza-aprendizaje Braille de una manera interactiva, en donde el usuario (persona ciega) puede tocar y sentir los textos en Braille mediante un dispositivo háptico.

Implementación

El sistema SEAB ha sido implementado y desarrollado en la plataforma MFC (Microsoft Foundation Classes) de Visual Studio 2010. Para el renderizado gráfico se utilizaron las librerías OpenGL, mientras que para el renderizado háptico se utilizaron las librerías OpenHaptics y un dispositivo Phantom Omni de Sensable®. Los objetos virtuales correspondientes a los textos braille se representan en formato *.OBJ, el cual es un formato que se utiliza para describir las superficies de objetos 3D, y que puede ser generado en sistemas de modelado geométrico tal como los softwares CAD.

La Figura 4 muestra la interfaz de usuario (GUI) del sistema SEAB, la cual consta de una barra de menú principal y un área del escenario virtual. En la escena virtual se presentan los objetos virtuales (textos en Braille), los cuales pueden ser tocados y palpados por el usuario por medio del dispositivo háptico. El menú principal de la aplicación SEAB está conformado por 9 opciones principales: Archivo, Abecedario, Vocales acentuadas, Números, Signos, Palabras, Oraciones, Ayuda y Háptico. La Tabla 1 muestra el detalle y descripción de los menús y submenús.

Menú	Submenús	Descripción
Archivo	- Abrir - Archivos recientes - Salir - Escribir palabra	Permite abrir un archivo en formato *.obj. Muestra los archivos recientemente visualizados. Cerrar la aplicación. Permite introducir una palabra para su conversión y representación 3D en Braille.
Abecedario	- A-E - F-J - K-N - O-S - T-Z	Muestra las letras de la A a la E. Muestra las letras de la F a la J. Muestra las letras de la K a la N. Muestra las letras de la O a la S. Muestra las letras de la T a la Z.
Vocales acentuadas	- Vocales con acento	Muestra las vocales con acento.
Números	- Números	Muestra los números del 0 al 9.
Signos	- Signos	Muestra diferentes signos: &, ., ¿, ¡, * ()
Palabras	- Cuatro - Cinco - Seis	Muestra palabras de cuatro letras. Muestra palabras de cinco letras. Muestra palabras de seis letras.
Oraciones	- Dos palabras - Tres palabras - Cuatro palabras - Cinco palabras - Seis o más palabras	Muestra oraciones de dos palabras. Muestra oraciones de tres palabras. Muestra oraciones de cuatro palabras. Muestra oraciones de cinco palabras. Muestra oraciones de seis o más palabras.
Ayuda	- Acerca de	Muestra información acerca de la aplicación.
Háptico	- Activar	Permite habilitar o deshabilitar el dispositivo háptico.

Tabla 1 Menús y submenús del sistema SEAB.

Funcionalidad del sistema

Las principales funcionalidades del sistema SEAB desarrollado son:

- Conversión de textos en español a lenguaje Braille 3D.
- Importación de objetos 3D correspondientes a textos en Braille.
- Ambiente de realidad virtual para visualización de textos 3D en Braille.
- Manipulación e interacción háptica (táctil) de textos 3D en Braille.
- Catálogo amplio de textos 3D en Braille con contenido de: abecedario, vocales acentuadas, números, signos, palabras y oraciones.
- Manipulación libre de la cámara correspondiente a la escena virtual.
- Ajuste y escalamiento automático de textos 3D en pantalla.

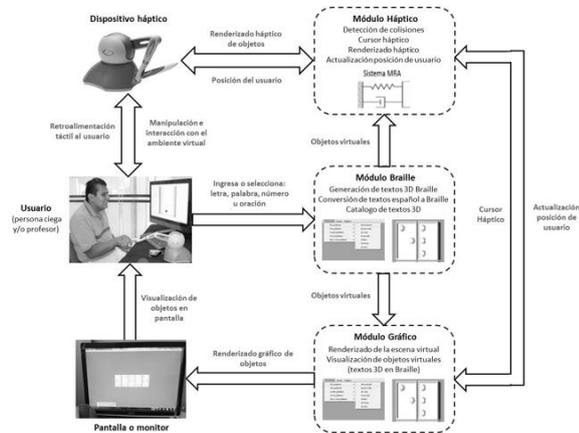


Figura 3 Arquitectura general del sistema de enseñanza-aprendizaje Braille (SEAB).

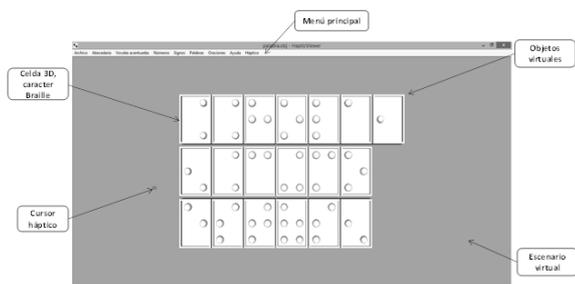


Figura 4 Interfaz gráfica de usuario (GUI) del sistema SEAB.

Operación del sistema con y sin háptico

Una de las características importantes de la aplicación final es que permite el desplazamiento, rotación y escalamiento de los objetos en la pantalla mediante los botones del mouse, permitiendo ajustarlos según las preferencias del usuario para una mayor comodidad.

Cabe hacer mención que aun cuando las personas ciegas no pueden visualizar los objetos en pantalla, el renderizado gráfico de los objetos virtuales es necesario para llevar a cabo los cálculos correspondientes al renderizado háptico. El renderizado gráfico en la pantalla también es vital para que el instructor o maestro pueda estar monitoreando y asistiendo a la persona ciega durante el proceso enseñanza-aprendizaje, así como seleccionar los textos o tareas que realizará el estudiante (persona ciega) durante su sesión de enseñanza-aprendizaje. De esta manera es posible llevar a cabo actividades de enseñanza-aprendizaje del sistema Braille con la participación del estudiante (persona ciega) y/o el instructor o profesor.

Textos 3D Braille

En el caso de los textos 3D en Braille predefinidos en el sistema SEAB (abecedario, vocales acentuadas, números, signos, palabras, y oraciones), éstos fueron diseñados y modeladas en los software Blender y Solidworks. Cada carácter se representa como una celda o placa sólida 3D sobre la cual se incrustan esferas de acuerdo a la letra, número o signo en el sistema Braille, Figura 5a. Adicionalmente cada celda tiene un borde o canto en la parte superior, el cual permite a los usuarios identificar fácilmente el área correspondiente a cada letra. En el caso de las palabras y oraciones, éstas se diseñaron y modelaron como un arreglo de celdas Braille, Figura 5b). Las letras, números, signos, palabras y oraciones fueron exportados del software CAD como archivos en formato *.obj para ser utilizados en el sistema SEAB como parte del catálogo de textos predefinidos.

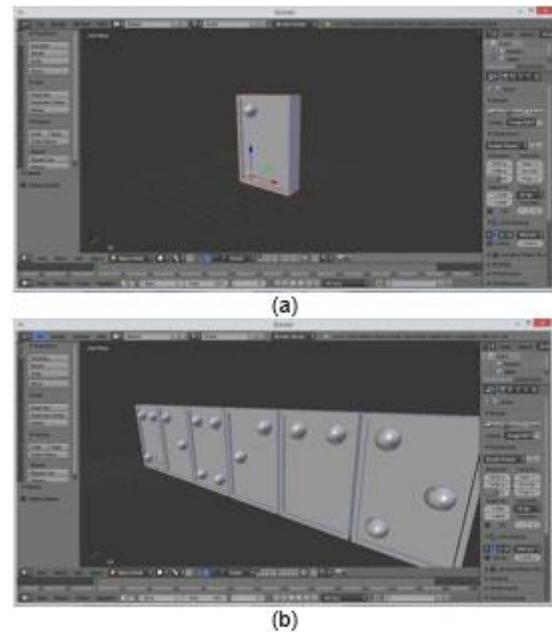


Figura 5 Diseño y modelado de textos en Blender: a) letra “a” en Braille, b) palabra “mexico” en Braille.

En el caso de la conversión de textos en español a textos Braille en el sistema SEAB, se desarrolló una clase en C++ capaz de generar el archivo *.obj correspondiente al texto en español introducido por el usuario. Para ello se trabajó en el análisis, decodificación y edición de archivos en formato *.obj.

Evaluación y resultados

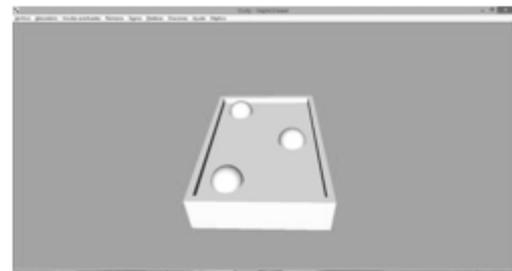
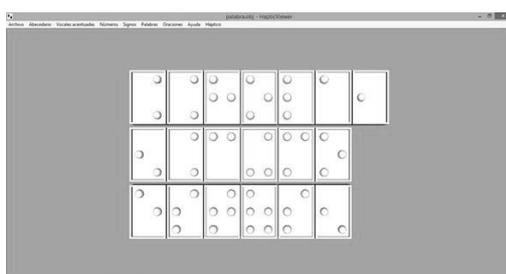
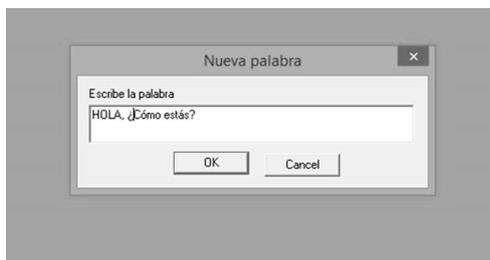
Para evaluar la funcionalidad y desempeño general del sistema SEAB, se realizaron un conjunto de pruebas utilizando las diferentes funciones del sistema. La Figura 6 muestra algunos de los resultados de esta evaluación. La primera evaluación realizada fue el renderizado háptico, para verificar que efectivamente los objetos en pantalla pudieran ser tocados y palpados mediante el dispositivo háptico. Para ello se representó un objeto en pantalla y mediante el dispositivo háptico se procedió a tocarlo y palparlo, Figura 6a. Los resultados demostraron que es posible tocar y palpar los textos 3D Braille en el sistema SEAB. Otra de las funciones evaluadas fue la conversión de texto en español a texto 3D en Braille.

En la Figura 6b se puede apreciar el cuadro de dialogo en donde el usuario puede teclear la palabra u oración deseada, incluyendo mayúsculas, minúsculas, signos, etc. En esta figura se muestra la oración “HOLA. ¿Cómo estás?”, la cual es traducida por el sistema y presentada en pantalla, Figura 6c, para que el usuario la pueda tocar y palpar mediante el dispositivo háptico.

La funcionalidad para rotar y escalar letras y textos también fue evaluada como se muestra en la Figura 6d. Además, también se evaluó la correcta representación de cada uno de los textos predefinidos (abecedario, vocales acentuadas, números, signos, palabras y oraciones), observándose un correcto funcionamiento. La Figura 6e muestra la representación del número 1, mientras que la Figura 6f muestra el renderizado de una oración.



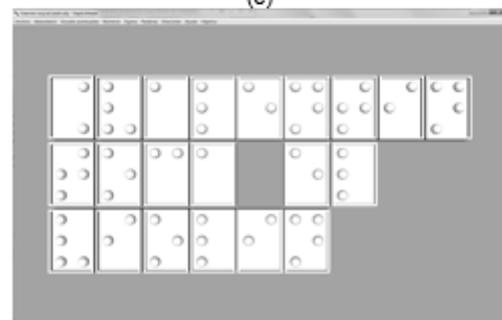
(a)



(d)



(e)



(f)

Figura 6 Evaluación del sistema SEAB: a) sistema final y evaluación háptica, b) introducción de texto en español, c) generación y representación de texto 3D en Braille, d) letra “o” escalada y rotada, e) número 1, f) oración: “Valentín toca el violín”.

Para evaluar la eficacia y usabilidad del sistema, se realizaron un conjunto de pruebas experimentales con una persona ciega con conocimientos del lenguaje Braille. En primer lugar se le dio una explicación a la persona ciega participante acerca del sistema SEAB y su funcionalidad. Posteriormente se le mostraron en pantalla algunas letras, números, palabras y oraciones en Braille, indicándole el texto que se presentaba, y se le pidió leer dicho texto mediante el sistema háptico,

Figura 7a. Finalmente se le mostraron nuevamente en pantalla otras letras, números, signos, palabras y oraciones en Braille, pero esta vez sin decirle el texto que se presentaba, y se le pidió reconocer y leer dicho texto mediante el sistema háptico, Figura 7b. Al concluir las pruebas se le cuestionó al participante acerca de la utilidad y desempeño del sistema, así como sus comentarios y retroalimentación acerca del sistema.

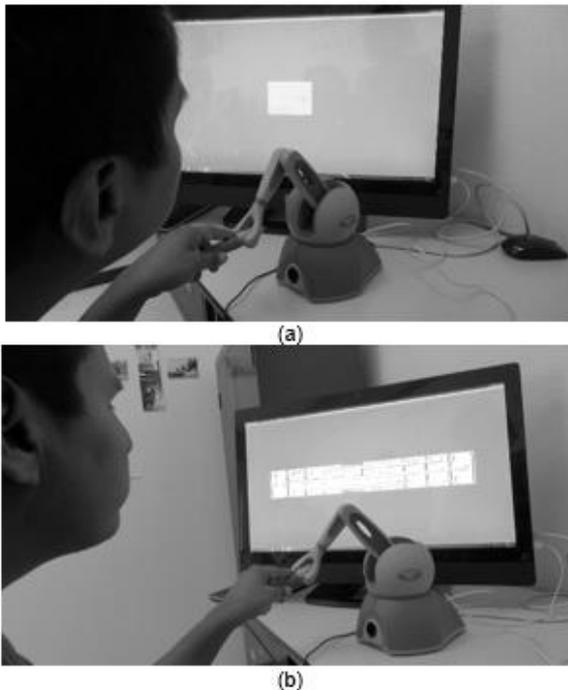


Figura 7 Evaluación con una persona ciega: a) lectura de textos Braille, b) reconocimientos de textos Braille.

Los resultados obtenidos de la evaluación del sistema SEAB con una persona ciega fueron muy satisfactorios, la persona ciega sí fue capaz de sentir y palpar los textos Braille, así como reconocerlos y leerlos. En promedio la persona ciega tardó en reconocer y leer una letra o número 28 segundos; una palabra de 4 letras (AMOR) 2 minutos y 22 segundos; y una oración de 2 palabras (HOLA MUNDO) 12 minutos y 29 segundos.

De las pruebas realizadas y los resultados obtenidos se observó cierta dificultad para leer las letras, lo cual condujo a tiempos largos para reconocer las palabras y oraciones. Este problema se debe a que el sistema háptico solo permite el contacto en un punto, mientras que la lectura de texto Braille en la vida real se realiza con toda la yema del dedo, tocando o sintiendo todos los puntos de una letra al mismo tiempo. Por lo anterior se considera como parte del trabajo futuro utilizar una interface háptica con más puntos de contacto, la cual reproduzca de manera más fehaciente el tacto con los dedos.

También se observó que el usuario tiende a perderse dentro del ambiente virtual al tener todos los grados de libertad disponibles en el espacio (6 grados de libertad). De hecho, el participante ciego dentro de sus comentarios sugirió restringir el movimiento del dispositivo háptico a solo el plano donde se está leyendo el texto; esto con el fin de reducir los tiempos de lectura y reconocimiento del texto Braille.

Los comentarios generales proporcionados por el participante fueron muy positivos. En primer lugar considera que el sistema tiene mucho potencial como herramienta de enseñanza-aprendizaje del lenguaje Braille. En segundo lugar propone su aplicación como una interfaz de uso general para la interacción de personas ciegas con las computadoras.

Finalmente se puede decir que la funcionalidad, usabilidad y eficacia del sistema SEAB ha sido probada y validada. El sistema SEAB es capaz de representar textos 3D Braille en un entorno de realidad virtual para que el usuario ciego o débil visual los toque y palpe mediante el dispositivo háptico. Por lo anterior se puede decir que el sistema SEAB representa una herramienta tecnológica de enseñanza-aprendizaje del lenguaje Braille para personas ciegas o débiles visuales.

Conclusiones

Se ha presentado y desarrollado un nuevo sistema tecnológico para la enseñanza del sistema Braille mediante el uso de los sistemas hápticos y la realidad virtual. La funcionalidad y usabilidad del sistema ha sido probada y validada. Los resultados demuestran que el sistema propuesto representa una herramienta tecnológica para la enseñanza-aprendizaje del lenguaje Braille, lo cual es de gran importancia para este sector de la población a nivel mundial.

Como trabajo futuro se contempla una evaluación más completa del sistema con un grupo de personas invidentes.

Agradecimientos

Al CONACYT, SEP y CONACULTA de México por el apoyo financiero otorgado para la realización del proyecto.

Referencias

Anfoso, A., Blum, A., Katz, B.F.G., Tarroux, P., Borst, G. and Denis, M. (2010). Structural properties of spatial representations in blind people: scanning images constructed from haptic exploration or from locomotion in a 3-D audio virtual environment. *Mem. Cognit.* 38, 591 – 604.

Aras, E., y Yip-Hoi, D. (2007). Geometric modeling of cutter/work piece engagements in 3-axis milling using polyhedral models. *ASME 2007 International Mechanical Engineering Congress and Exposition (IMECE2007)*, November 11–15, Seattle, Washington, USA. Paper no. IMECE2007-41414, pp. 371-382.

Bell R. Bryan, DDS, MD (2011). Computer Planning and Intraoperative Navigation in Orthognathic Surgery. *J Oral Maxillofac Surgery*, 69, pp. 592-605.

Bravo, G., Cáceres, M. (2006). El proceso de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva comunicativa. *Revista Iberoamericana de Educación*. Vol. 38. No. 7.

Brooks, Frederick P., Ouh-Young, Ming, Batter, James J., Kilpatrick, P. Jerome (1990). Project GROPE Haptic displays for scientific visualization. *CM SIGGRAPH Computer Graphics, Proceedings of the 17th annual conference on Computer graphics and interactive techniques SIGGRAPH '90*, Vol. 24, Issue 4, September. ACM Press.

Brough, J., Schwartz, M., Gupta, S.K., Anand, D. K., Kavetsky, R., y Pettersen, R. (2007). Towards the development of a virtual environment-based training system for mechanical assembly operations. *Virtual Reality*, vol. 11(4), pp. 189-206.

Burdea, G. C. (1996). Force and touch feedback for virtual reality. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA.

Byrne, R.W. and Salter, E. (1983). Distances and directions in the cognitive maps of the blind. *Can. J. Psychol.* 70, 293 – 299.

Castañeda Roldán Carolina Yolanda, Espinosa y Victoria José Rafael (2008). “Realidad Virtual, una herramienta computacional para el estudio de Sistemas Orgánicos y los Sentidos del Tacto y Olfato a Nivel Primaria”, en *Revista Impulso*. Agosto.

Castañeda Roldán C. Y., Vázquez García F. E. (2011). Realidad Virtual, un apoyo en la Terapia de Acrofobia, Claustrofobia y Agorafobia. *Memorias del VIII Congreso Internacional sobre Innovación y Desarrollo Tecnológico (CIINDET 2011)*, Noviembre, Cuernavaca Morelos, México.

Ellis, S.R. (1994). What are virtual environments? *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 14(1), pp. 17-22.

- Evet, L., Battersby, S., Ridley, A. and Brown, D. (2009). An interface to virtual environments for people who are blind using Wii technology mental models and navigation. *Assistive Technologies*, Vol. 3 Issue: 2, pp. 26 – 34.
- Fischer, A., Vance, J.M., Vo, D.M. (2009). Haptic feedback to guide interactive product design. *ASME-AFM 2009 World Conference on Innovative Virtual Reality (WINVR2009)* February 25–26, 2009 , Chalon-sur-Saône, France.
- Gill, J. (1996). An orientation and navigation system for blind pedestrians. Royal National Institute for the Blind, MoBIC Consortium, London.
- Girod Sabine, Keeve Erwin, Girod Bernd (1995). Advances in interactive craniofacial surgery planning by 3D simulation and visualization. *Int. J. Oral and Maxillofacial Surgery*, 24, pp. 120-125.
- Gomez, J.D., Bologna, G. and Pun, T. (2012). Spatial awareness and intelligibility for the blind: Audio-touch interfaces. *Human factors in computing systems*, pp. 1529 – 1534.
- Gonzalez-Badillo Germanico, Medellín-Castillo Hugo, Lim Theodore, Ritchie James, Garbaya Samir. (2014). The development of a physics and constraint-based haptic virtual assembly system. *Assembly Automation*, 34/1, pp. 41–55.
- Govea-Valladares E.H., Medellín-Castillo H.I., Lim T., Khambay B., Rodríguez-Florido M., Ballesteros J. (2012). Development of a Virtual Simulator for Planning Mandible Osteotomies in Orthognathic Surgeries. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, Vol. 33, No. 2, pp. 147-158.
- Mujber, T.S., Szecsi, T., Hashmi, M.S.J. (2004). Virtual reality applications in manufacturing process simulation. *Journal of materials processing technology*, 155-156, pp. 1834-1838.
- Henderson, M., y Kattethota, G. (1999). Manufacturability evaluation for rapid fabrication: A system form traditional machining and layered manufacturing planning. *CAD Conference*, Neuchatel, Switzerland, Feb. 22-24.
- Holbrook, M. C., & Koenig A. J. (Eds.) (2003). *Foundations of education. Volume II. Instructional Strategies for Teaching Children and Youth with Visual Impairments*. Nueva York: AFB Press.
- Jayaram, S. Connacher, H.I. y Lyons, K.W. (1997). Virtual assembly using virtual reality techniques. *Computer Aided Design*, vol. 29(8), pp. 575-584.
- Lim, T., Medellín, H., Sung R., Ritchie, J.M. y Corney, J. (2009). Virtual bloxing assembly rapid prototyping of near net shapes. *ASME-AFM 2009 World Conference on Innovative Virtual Reality (WINVR2009)* February 25–26, 2009 , Chalon-sur-Saône, France.
- Loomis, J.M., Klatzky, R.L., Golledge, R.G., Cicinelli, J.G., Pellegrino, J.M. and Fry, P.A. (1993). Nonvisual navigation by blind and sighted: assessment of path integration ability. *J. Exp. Psychol.: General* 122, 73 – 91.
- Loomis, J.M., Golledge, R.G. and Klatzky, R.L. (2001). GPS-based navigation systems for the visually impaired. In: Barfield, W., Caudell, T. (Eds.), *Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Mahwah, NJ, US, pp. 426 – 446.
- Loomis, J.M., Marston, J.R., Golledge, R.G. and Klatzky, R.L. (2005). Personal guidance system for people with visual impairment: a comparison of special displays for route guidance. *J. Vis. Impair. Blind.* 99, 219 – 232.
- Millar, S. (1994). *Understanding and representing space: theory and evidence from studies with blind and sighted children*. Clarendon Press, Oxford, UK.

Medellín Castillo Hugo I., Martínez Hernández Claudia A., Espinosa Castañeda Raquel, Castañeda Roldán Yolanda. (2011). Desarrollo de un Sistema de Proyección de Películas Virtuales para Gente Invidente. Revista Impulso, revista de las academias del Instituto Tecnológico de Puebla. Año 4, No. 2, Diciembre.

Pérez Acal A., Sanz Lobera A. (2007). Virtual reality simulation applied to a numerical control milling machine. International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDEM). vol. 1(3), pp. 143-154.

Pohlenz Philipp, Groß Alexander, Petersik Andreas, Von Sternberg Norman, Pflesser Bernhard, Pommert Andreas, Hoffmann Karl-Heinz, Tiede Ulf, Springer Ingo, Heiland Max (2010). Virtual Dental Surgery as a New Educational Tool in Dental School. Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery, 38, pp. 560-564.

Ramesh, Jain (2000). Real Reality. Computer Graphics and Applications, IEEE, Vol. 20, issue 1, Jan/Feb, pp. 40-41.

Ran, L., Helal, S. and Moore, S. (2004). Drishti: an integrated indoor/outdoor blind navigation system and service. In: Proceedings of the Second International Conference on Pervasive Computing and Communications, Orlando, Florida, March 2004, pp. 23 – 30.

Salisbury, K., Conti, F., Barbagli, F. (2004). Haptic rendering: introductory concepts. Computer Graphics and Applications, IEEE, Vol. 24, Issue 2, March-April, pp. 24 – 32.

Saylor, J. G., & Alexander, W. M. (1974). Planning Curriculum for Schools. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Second life. Disponible: <http://secondlife.com/> [2014, Abril].

Scharver Chris, Evenhouse Ray, Johnson Andrew, Leigh Jason (2004). “Designing cranial implants in a haptic augmented reality environment”, en Communications of the ACM, Vol. 47, No. 8, August, pp. 33-38.

Stratton, J. (1990). The principle of test restrictive materials. Journal of Visual Impairment & Blindness, 84, 3-5.

Sutherland I.E. (1965). The ultimate display. Proceedings of IFIPS Congress, vol. 2, New York, NY, pp. 506–508.

Tinti, C., Adenzato, M., Tamietto, M. and Cornoldi, C. (2006). Visual experience is not necessary for efficient survey spatial cognition: evidence from blindness. Q. J. Exp. Psychol. 59, 1306 – 1328.

Percepción de la Protección Civil (PC) en una Institución de Educación Superior, Validación del instrumento para la medición

CANO, Adolfo*†, OSORIO-SANCHEZ, Mucio, FORNES-RIVERA, Rene Daniel, LOYA-MATA, Yeudiel

Instituto Tecnológico de Sonora C.P. 85000Cd. Obregón Sonora.

Recibido Enero 14, 2014; Aceptado Mayo 15, 2014

Resumen

La investigación surge ante el desconocimiento de la PC en el sector educativo y la necesidad de determinar estrategias que fortalezcan la cultura de la autoprotección. El objetivo fue validar el instrumento para la evaluación de la cultura de la PC. El instrumento resultante, validado por jueces, cuenta con 15 reactivos respecto a la variable Cultura de la autoprotección, considerando los factores de Conocimiento y Destrezas. Se empleó una escala Likert de 5 opciones codificándose en -2, -1, 0, 1, 2; las puntuaciones promedio obtenidas fueron: 0.12, 0.65 respectivamente, mostrando falta de conocimientos y habilidades relacionados sobre prevención de riesgos. La validez se analizó en base al Análisis Factorial Exploratorio con el método de Componentes Principales y reveló la presencia de dos factores que coinciden con los establecidos originalmente. La confiabilidad se midió con Alfa de Cronbach resultando 0.79 en el total del instrumento, en el Factor Conocimiento 0.77, y en el Factor Destreza 0.7.

Protección Civil, Validez de Constructo, Análisis Factorial

Abstract

The research arises from unknowledge of the Civil Protection (CP) in the educative sector and the need to identify strategies to strengthen the culture of self-protection. The objective was to validate the instrument for assessing the culture of CP. The resulting instrument, validated by judges, has 15 items respect to the Culture variable of self-protection, considering the factors of Knowledge and Skills. A Likert scale of 5 options being encoded at -2, -1, 0, 1, 2 was used; the mean scores were: 0.12, 0.65 respectively, showing a lack of knowledge and skills related to risk prevention. Construct Validity was analyzed with exploratory factor analysis with principal components method and revealed the presence of two coinciding factors with those originally established. The reliability in total instrument was measured with Cronbach's alpha resulting 0.79, on Knowledge Factor 0.77, and the Skill Factor 0.7.

Civil Protection, Construct Validity, Factor Analysis.

Citación: CANO, Adolfo, OSORIO-SANCHEZ, Mucio, FORNES-RIVERA, Rene Daniel, LOYA-MATA, Yeudiel. Percepción de la Protección Civil (PC) en una Institución de Educación Superior, Validación del instrumento para la medición. Revista de Prototipos Tecnológicos. 2015, 1-1:23-32

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: Adolfo.cano@itson.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En los últimos años, los fenómenos naturales en Sonora, han dejado daños con un costo de más de 100 vidas humanas y cerca de 3160 millones de pesos, el tema de la prevención de desastres ha tomado relevancia en la agenda de protección civil, reconociendo que es una necesidad establecer estrategias y programas enfocados a prevenir y reducir sus efectos y no solo prestar atención a las emergencias y desastres. Es indispensable invertir más esfuerzos y recursos para transitar lo más pronto posible de una política fundamentalmente reactiva a una de carácter preventivo. Este cambio de política, en la presente administración estatal, será el factor esencial para garantizar no solo una sociedad más preparada y segura, sino un estado menos vulnerable frente a los fenómenos naturales y antropogénicos que han generado en ocasiones desastres de gran impacto (Gobierno del estado de Sonora, 2006).

Posiblemente para los académicos esos conceptos sean más propios de fábricas e industrias, más no es así ya que también en el ámbito universitario aplican estos conceptos. Sin embargo, a pesar de que algunos laboratorios de las universidades manipulan sustancias y elementos de alto cuidado, hoy en el ámbito universitario existe una llamativa orfandad de normativa (Hojman, 2007).

Las acciones de prevención, la capacitación y el manejo de emergencias, la reacción e intervención durante y después de la crisis exigen la participación comprometida de todos los miembros de la comunidad escolar, en coordinación con las autoridades educativas, los cuerpos de seguridad y las autoridades locales. Los primeros pasos para asumir esta responsabilidad es reconocer que la crisis existe y hacer un ejercicio de análisis en la escuela para comprenderla, prevenirla, manejarla, erradicar consecuencias negativas e incluso salir fortalecidos de ellas.

Ante una crisis de seguridad resulta insuficiente aplicar estrategias y protocolos de reacción, la escuela debe ser resguardada por la comunidad y protegida por las autoridades e instituciones relacionadas con la seguridad pública, así como los cuerpos de emergencia y protección civil de manera rápida y efectiva (SEP, 2011).

En el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) nace en 1994 la primer comisión de seguridad e higiene la cual fue formada con el propósito de mejorar las condiciones de seguridad e higiene en el área de trabajo de los empleados, usuarios y estudiantes del Instituto Tecnológico de Sonora, así como la optimización de los recursos y el cumplimiento de la normatividad oficial existente al respecto, con la finalidad de preservar el bienestar y la salud general de la comunidad universitaria. En el caso específico de ITSON Náinari, una de las prioridades de la comisión de seguridad es proveer las condiciones necesarias para la gestión eficaz de la prevención y salvaguarda del personal. En una encuesta realizada durante el semestre Enero-Mayo 2012 a los docentes y técnicos que laboran en los laboratorios del ITSON, arrojó que actualmente, tanto los técnicos como los docentes, sí tienen noción sobre la seguridad e higiene en materia de conceptos básicos, en cambio en la situación real que se vive al momento de realizar las actividades educativas existen riesgos provocados por actos inseguros y condiciones inseguras que requieren atención (Cortés, Fornés, González, Cano y Peñúñuri, 2012).

A través de la comisión de seguridad e higiene ITSON Campus Náinari (ver figura 1) realiza procesos para garantizar la seguridad dentro del instituto realizando verificaciones a edificios del campus Náinari. La falta de comunicación, de cumplimiento, de participación, entre otros aspectos, son cualidades que hacen que los procesos de gestión que actualmente realiza la comisión sean deficientes y no cumplan totalmente con lo que se requiere.

Por las condiciones y las faltas de seguimiento de las normas que establece la Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS), Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Secretaria de Protección Civil, artículos que establece el Reglamento Federal de Seguridad e Higiene y Medio Ambiente de Trabajo (RFSHMAT) y la Ley General de Protección Civil, entre otros, pueden llegar a multar a la institución por no cumplir con estas obligaciones, o aun peor que se llegue a dar el caso de algún accidente o siniestro, lo cual no beneficiaría en nada al instituto (Cano, Fornés, Zazueta, Beltrán y González, 2014).



Figura 1 Campus Nainari ITSON, Fuente: Google maps 2015

En recorridos realizados en el perímetro circundante a la institución, se distinguen los siguientes peligros externos véase la tabla 1, frente a los cuales la comunidad universitaria debe estar informada y preparada ante cualquier situación que pueda detonar en accidentes, o siniestros que atenten contra la integridad física de las personas e instalaciones (Cano, Fornés, Vázquez y López, 2014).

Peligros externos a la institución	Distancia apróx.(mts)
Torres con líneas de alta tensión	200
Transformadores de energía eléctrica	100
Banquetas desniveladas	50
Alcantarillas abiertas	50
Arboles grandes que puedan caer	150
Calles muy transitadas	100
Fábricas con instalaciones de Gas L.P.	350
Comercios(venta de pintura y solventes)	150
Gasolineras y/o Gaseras	350
Anuncios volados o espectaculares	200
Almacenes de sustancias peligrosas	50
Fábricas	150
Bodegas	100

Tabla 1 Peligros externos a la institución.

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) dividió en cuatro zonas la regionalización sísmica del país con base en los registros históricos de grandes sismos en México, catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno. La zona A, es aquella donde no se tienen registros históricos, ni se han reportado sismos de gran dimensión en los últimos 80 años. Las zonas B y C presentan sismicidad con menor frecuencia, o bien están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan 70% del valor de la gravedad, donde se ubica a Sonora, En la zona D, han ocurrido con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno pueden ser superiores a 70% (El Universal, 2010).

Por la ubicación geográfica de la institución, en la región sur de sonora esta se encuentra expuesta a riesgos de origen hidrometeorológico y geológico, tales como huracanes provenientes del Océano Pacífico y Sismos originados en la falla de San Andrés la cual atraviesa el mar de Cortez que pueden detonar en tsunamis, lo anterior deriva en una situación de vulnerabilidad al estar expuestos a fenómenos naturales.

Todo lo anterior es motivo para iniciar con estrategias de fortalecimiento de la cultura de la autoprotección en materia de protección civil, motivo por el cual esta investigación se enuncia como el "Desconocimiento de la Percepción de la Comunidad Universitaria en relación a la Protección Civil", de la cual se estableció como objetivo: Validar el instrumento para medir la percepción de la comunidad universitaria en relación a la protección civil.

Revisión de literatura

Bernal, Castillo, Cejalvo, Hernández, Luna, Mendez, Nogareda, Nogareda, Piqué, Turmo (2008) expresan que la identificación del riesgo es básica tanto para quienes están expuestos al mismo, como para quienes tienen los medios para eliminarlo pues, obviamente solo se puede actuar frente a los que se conoce: pero la identificación no es suficiente, será necesario efectuar además, un análisis que permita evaluar la magnitud de los riesgos y sirva de base a una actuación eficaz. Es por ello y con el paso del tiempo, las instituciones han prestado mayor importancia al tema de la seguridad e higiene laboral, brindando capacitación al trabajador e inculcándole una cultura de seguridad mediante programas integrales de seguridad e higiene, auspiciados por las leyes y las organizaciones empresariales y sindicales, contribuyendo a un ambiente de trabajo seguro pero sobre todo, protegiendo la integridad del trabajador.

De la necesidad de proteger a la población de los desastres, surge un conjunto de acciones englobadas en el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), el cual se constituye como respuesta a las demandas estrechamente ligadas a las condiciones de vida de nuestra sociedad, a la exigencia de seguridad de la población frente a los azares de la vida y a los riesgos que en ella se generan, en forma natural o derivados del desarrollo integral del conglomerado humano y de la convivencia que esto representa.

El SINAPROC se creó como un conjunto orgánico y articulado de estructuras, relaciones funcionales, métodos y procedimientos que establecen las dependencias y entidades del sector público entre sí, con las organizaciones de los diversos grupos voluntarios, sociales, privados y con las autoridades de los estados, el Distrito Federal y los municipios a fin de efectuar acciones coordinadas, destinadas a la protección contra los peligros que se presenten y a la recuperación de la población en la eventualidad de un desastre (Secretaría de Gobernación, 2000).

La Ley General de Protección Civil en su artículo 3° párrafo XVIII, define al Desastre como el estado en que la población de una o más entidades federativas, sufre severos daños, por el impacto de una calamidad devastadora, sea de origen natural o antropogénico, enfrentando la pérdida de sus miembros, infraestructura o entorno de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de las actividades esenciales de la sociedad afectando el funcionamiento de los sistemas de subsistencia (Congreso General De Los Estados Unidos Mexicanos, 2012).

Según lo enmarca la Ley General de Protección Civil, la Reducción de Riesgos precisa la intervención preventiva de individuos, instituciones y comunidades que nos permite eliminar o reducir, mediante acciones de preparación y mitigación, el impacto adverso de los desastres. Contempla la identificación de riesgos y el análisis de vulnerabilidades, resiliencia y capacidades de respuesta, el desarrollo de una cultura de la protección civil, el compromiso público y el desarrollo de un marco institucional, la implementación de medidas de protección del medio ambiente, uso del suelo y planeación urbana, protección de la infraestructura crítica, generación de alianzas y desarrollo de instrumentos financieros y transferencia de riesgos, y el desarrollo de sistemas de alertamiento.

Las variables consideradas en el constructo del tema de investigación son definidas a partir del estudio piloto realizado por Cano, Fornés, Ramírez, Peñúñuri, Salgueiro y Rascón (2015) en el cual la Cultura de la Autoprotección es representada por el Conjunto de acciones encaminadas a la adquisición de conocimientos, actitudes y destrezas que permitan la supervivencia para posteriormente ir conjuntando e integrando esfuerzos que impulsen la protección en conjunto (en sociedad).

Otros factores considerados en el estudio piloto y que no son abordados para efectos de la presente validación son los Medios para la autoprotección, los cuales están representados por los sistemas o mecanismos con los que se previene, se auxilia y se recupera las organizaciones ante la posibilidad u ocurrencia de un evento catastrófico.

Otro aspecto importante lo representa la Percepción del riesgo, la cual consiste en Aceptar o Rechazar los “daños” o pérdidas probables sobre un agente afectable (el cual según lo establece el CENAPRED en el 2001 designa este nombre a los conjuntos sociales y físicos que están expuestos al agente perturbador y que pueden quedar dañados por éste, en un grado tal que constituye un desastre) resultado de la interacción entre su vulnerabilidad y la presencia de un agente perturbador (el CENAPRED en el 2001 establece que se emplea el término genérico de agentes perturbadores para denominar a los diferentes fenómenos que pueden causar un desastre tales como sismos, huracanes, etc.) y por último las Estrategias para el desarrollo de una cultura preventiva y de autoprotección las cuales engloban mitigación, preparación y alertamiento temprano y oportuno. Estas se refieren a las acciones preventivas antes del desastre, al conjunto de acciones precautorias que permitirán reducir el impacto y a la provisión oportuna de información que indique a las autoridades federales, estatales y municipales, así como a la población expuesta en general, sobre la presencia de un peligro.

Metodología

Diseñar el instrumento que será aplicado

En esta etapa se estableció el propósito de la investigación considerando el qué y el para qué en su conformación. En segundo lugar se identificaron los elementos que integran la Cultura de la Protección Civil, posteriormente se definieron dichos elementos y se identificaron los constructos a considerar para la investigación. Se eligió la escala Likert con los niveles Totalmente de acuerdo (2), De acuerdo (1), Carencia de información (0), En desacuerdo (-1), Totalmente en desacuerdo (-2).

Aplicar encuesta

Los sujetos de estudio fueron los estudiantes en la universidad, se aplicaron un total de 67 encuestas a alumnos activos en el semestre Agosto-Diciembre 2014, considerando un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 10%.

Recolección de Datos

Se identificó sexo, edad, carrera y semestre en cada sujeto. Se utilizó Excel para hacer un análisis descriptivo de los ítems.

Análisis de la Validez y Confiabilidad

Se aplicó una matriz de análisis de ítems a 3 jueces expertos para analizar la validez de contenido del instrumento.

Para el análisis de datos se utilizó el software R (R Core Team 2015) versión 3.2.0. Se calculó el Alfa de Cronbach para expresar el nivel de consistencia interna (Confiabilidad) de la escala total y por los factores obtenidos.

Se realizó un análisis factorial utilizando el modelo de Componentes Principales con rotación Varimax. Para la selección del número de factores se usó el gráfico de sedimentación elaborado con los valores propios (Morales, 2013).

CANO, Adolfo, OSORIO-SANCHEZ, Mucio, FORNES-RIVERA, Rene Daniel, LOYA-MATA, Yeudiel. Percepción de la Protección Civil (PC) en una Institución de Educación Superior, Validación del instrumento para la medición. Revista de Prototipos Tecnológicos. 2015

El criterio usado para valorar la magnitud de las correlaciones entre las variables y los factores fue mayor o igual que 0.30.

Para verificar la hipótesis de la existencia de una estructura factorial en las variables del instrumento se aplicó la prueba de esfericidad de Bartlett (Child, 2006).

A partir del análisis factorial se hizo una revisión del constructo y se modificó para una posterior aplicación.

Resultados

La relación de variables, niveles e ítems en el instrumento inicial sobre la Cultura de la autoprotección en Materia de Protección Civil se aprecia en la tabla 2.

ITEM	VARIABLE	NIVEL
1		
2		
3		
4		Conocimiento
5		
9		
8	Cultura de autoproteccion	
7		
10		
11		Destrezas
12		
13		
14		
15		

Tabla 2 Relación de ítems, variables y niveles del constructo.

La prueba de esfericidad de Barlett permite concluir que existe una estructura factorial entre los ítems del instrumento ($\chi^2 = 124.47$, g.l. = 76, valor p = 0.000383).

Para determinar el número de factores se usó el gráfico de sedimentación de la figura 2 y el criterio fue considerar solo aquellos factores que se encuentran antes de que se observe un cambio en la pendiente pronunciada y una nivelacion o estabilizacion de la misma (D'agostino y Russell 2005). Podemos argumentar que deben ser considerados solo dos factores para llevar acabo el análisis del constructo.

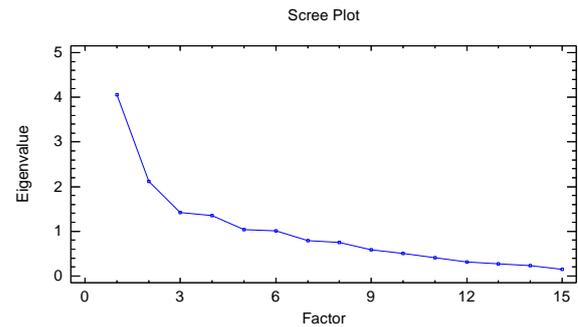


Figura 2 Gráfico de Sedimentación que muestra los valores propios

La carga factorial obtenida se muestra a continuación en la tabla 3. El primer factor coincide con los ítems considerados en el constructo inicial correspondiente al conocimiento en la cultura de la autoprotección en materia de protección civil, y el segundo factor coincide en su mayoría con los ítems correspondientes a la destreza en la cultura de la autoprotección en materia de protección civil. Por ello en adelante esos ítems se asocian directamente a ese constructo.

	Factor 1	Factor 2
Item 1	-0.0258897	0.562206
Item 2	0.59746	0.141496
Item 3	0.835543	-0.284056
Item 4	0.491809	0.406605
Item 5	0.0767773	0.65409
Item 6	0.842066	-0.0238423
Item 7	0.140102	0.489937
Item 8	0.170748	0.343553
Item 9	0.711204	0.234927
Item 10	0.384098	0.6623
Item 11	0.548556	0.466987
Item 12	0.322193	0.0869229
Item 13	0.0871112	0.565677
Item 14	0.0279914	0.647509
Item 15	0.014959	0.480445

Tabla 3 Matriz de cargas factoriales después de la rotación varimax.

Los dos factores obtenidos explican el 41% de la varianza como se observa en la tabla 4.

Factor	Valor propio	Porcentaje de Varianza	Porcentaje de Varianza acumulada
1	4.06401	27.093	27.093
2	2.12217	14.148	41.241

Tabla 4 Análisis de componentes principales con rotación varimax y datos estandarizados.

Los ítems clasificados por factor se muestran a continuación:

Para el Factor 1

2. Conozco el procedimiento correcto para usar un extintor en caso de combatir un fuego.
3. Me siento capacitado para ofrecer primeros auxilios a una persona que ha sufrido un accidente.
4. Tengo los conocimientos básicos para tomar una acción preventiva ante una situación de desastre (Terremoto, incendio).
6. Conozco el proceso correcto para dar auxilio a personas que han sido heridas en un accidente.
9. Me siento capacitado para brindar ayuda después de un desastre natural (Terremoto, incendio, inundación) o una contingencia derivada de riesgos socio-tecnológicos.
11. Considero que en una emergencia soy capaz de expresar con claridad ideas para el apoyo a la comunidad.
12. Mi condición física es adecuada para afrontar actividades extenuantes.

Para el Factor 2.

1. Cuando estoy dentro de un edificio sé interpretar las distintas señalizaciones que proporcionan mensajes de información, precaución, prohibición y obligación.
5. Conozco los señalamientos que están presentes en las instalaciones.

7. En caso de desastre, si la autoridad lo pide, estoy dispuesto a abandonar mi casa para acudir a un refugio temporal.

8. En caso de requerirse, estoy dispuesto a participar en actividades de protección civil en mi institución.

10. En situaciones de emergencia mantengo la calma antes de tomar cualquier decisión.

13. Cuando debo realizar una tarea, siempre busco la manera más corta de realizarla.

14. Sé trabajar en equipo para lograr un propósito establecido.

15. Considero que soy tolerante a la frustración en situaciones difíciles de sobrellevar.

Por último, con base en el criterio expresado por George y Mallery (1995), un Alfa de Cronbach mayor a 0.9 denota una consistencia interna excelente. La confiabilidad obtenida para el factor 1 fue de 0.7923 y para el factor 2 de 0.7673 y en el instrumento total 0.7047 lo cual resulta aceptable para el propósito de la investigación.

En la tabla 4, los ítems marcados con * son los que presentan diferencia entre la perspectiva del constructo inicial con el factor en el que estadísticamente es agrupado.

ITEM	VARIABLE	NIVEL
* 1		
2		
3		
4		Conocimiento
* 5		
6		
9		
8	Cultura de autoproteccion	
7		
10		
* 11		Destrezas
* 12		
13		
14		
15		

Tabla 5 Distribución de ítems (Variables del constructo) por Factor en la perspectiva inicial del constructo.

Revisando la redacción de los ítems es posible realizar cambios al constructo original reubicando los ítems 1 justificando el hecho de que realmente el identificar señalización es una destreza del individuo, en el caso del ítem 5 es un ítem del que se puede prescindir ya que es similar al ítem 1.

Para efectos del ítem 11 la carga factorial es alta en los dos factores por lo que la decisión puede ser eliminar el ítem ya que no se discrimina el factor, a reservas de considerar la importancia de la información cualitativa de interés para el investigador. En el caso del ítem 12 presenta una correlación baja y revisando su planteamiento este no se relaciona directamente a las destrezas del individuo sino a una autoevaluación de aspectos físicos.

Los resultados obtenidos expresan los valores promedio mostrados en la tabla 5

ITEM	FACTOR	Suma total	Promedio
2			
3			
4	Conocimiento	0.597	0.11940299
6			
9			
1			
8			
7			
10	Destrezas	4.761	0.52902156
11			
13			
14			
15			

Tabla 6 Distribución de Items (Variables del constructo) por Factor.

Desde esta perspectiva del constructo los factores considerados reportan un resultado inferior en cuanto al conocimiento de los encuestados representado una deficiencia debido al desconocimiento del tema de protección civil, aún cuando los resultados muestren un incremento en las destrezas de los individuos, éstas resultan ser bajas en relación al rango de la escala Likert utilizada la cual se debe mover de -2 a 2 véase figura 3.

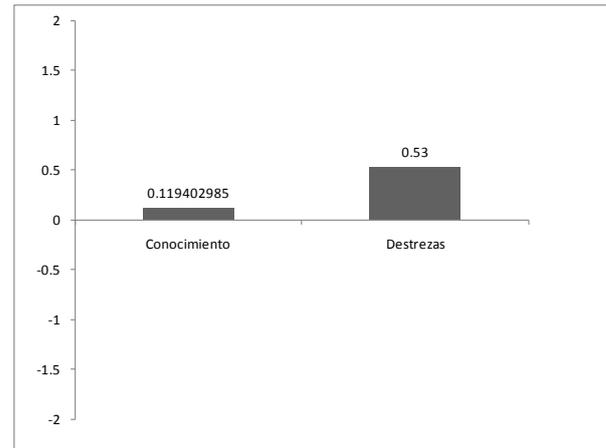


Figura 3 Promedios obtenidos para cada constructo, Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Este proyecto aporta un marco metodológico para sistematizar el diagnóstico y caracterización de la Percepción del Factor Humano respecto a la Protección Civil en centros de trabajo, para contribuir a la preparación ante los desastres y la protección del medio ambiente; así como elaboración de manuales con estrategias, métodos, recomendaciones metodológicas y actividades para el desarrollo de la prevención, preparación y mitigación ante situaciones de desastres para instituciones de educación superior.

Aunque el porcentaje de varianza explicada con el constructor de dos factores es de 41% resulta válido para el propósito de la investigación por coincidir con la perspectiva original planteada.

Recomendaciones

Al incrementar las estrategias para la prevención de riesgos, se impactará positivamente en la magnitud de la variable: medios para la autoprotección a través de la creación de infraestructura y equipo para fortalecer la cultura de la prevención de riesgos.

Es necesario institucionalizar la protección civil a través de la creación de una estructura que permita el definir los roles y las responsabilidades necesarias para un manejo eficaz ante cualquier contingencia, al igual que establecer una política de protección civil que declare un compromiso de la rectoría hacia sus empleados y la comunidad en general.

Referencias

- Morales V., Pedro (2013). El análisis factorial en la construcción e interpretación de Tests, Escalas y Cuestionarios, Recuperado del sitio:
<http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/>, abril de 2015.
- Bestratén B. M., Bernal D. F., Castillo M. M., Cejalvo L. A., Hernández C. A., Luna M. P., Mendez B. B., Nogareda C. S., Nogareda C. C., Piqué A. T., Turmo S. E. (2008) Evaluación de las condiciones de trabajo. En pequeñas y medianas empresas. Metodología práctica. 5ta ed. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Barcelona. Recuperado del sitio:
<http://www.insht.es/InshtWeb/>
- Cano C. A., Fornés R. R. D., Zazueta B. J. E., Beltrán E. L.E. y González V. E., (2014). Diseño de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud ocupacional (SGSySO) en una Institución Educativa. Foro Reunión Anual de Academias ITSON, Instituto Tecnológico de Sonora.
- Cano C. A., Fornés R. R. D., Ramírez M. G. E., Peñúñuri G. S. A., Salgueiro R. J. L., García R.C., (2015). Percepción del Factor Humano (PFH) en Relación a la Protección Civil (PC) en una Institución de Educación Superior: Estudio Piloto. Tomo 2, Aplicación del saber, Casos y experiencias. Academia Journals. ISBN e-Libro en CD-ROM 978-1-939982-07-0, Tabasco, México.
- Cano, Fornés, Vásquez y López. (2014). Propuesta de un Programa Interno de Protección Civil para un Edificio de Servicios Estudiantiles (ESE) en una Institución de Educación Superior. Congreso Internacional de Investigación. Academia Journals, Celaya, Guanajuato, México.
- Child Dennis, (2006). Essentials of Factor Analysis. 3era. Ed., Continuum International Publishing Group. New York.
- Congreso General De Los Estados Unidos Mexicanos, Ley general de Protección Civil, 2012.
- Cortés L. N., Fornés R. R. D., González V. E., Cano C. A. y Peñúñuri G. S. A. (2012). Programa de seguridad e higiene para los laboratorios de ciencias químicas y biológicas de una institución de educación superior. Memorias del Segundo Coloquio Regional y de Negocios. ITSON, México.
- D'agostino R. B., Russell H. K., (2005). Encyclopedia of Biostatistic, 2da. ed., John Wiley & Sons, Ltd. Recuperado del sitio:
<http://onlinelibrary.wiley.com/>.
- EL UNIVERSAL (2010), Tercera parte de la población en peligro por zonas sísmicas. México, D.F. 2010. Recuperado de:
<http://www.zocalo.com.mx/seccion/articulo/tercera-parte-de-la-poblacion-en-peligro-por-zonas-sismicas>
- George D, Mallery P. SPSS/PC+ step by step: a simple guide and reference. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1995.
- Gobierno del Estado de Sonora. Programa estatal de protección civil 2004-2009. Boletín Oficial edición especial no.14, tomo CLXXVIII, 2006.
- Hojman, L. Universidades ¿Con seguridad e higiene? Perfil, (2007). Recuperado de:
http://www.perfil.com/contenidos/2007/12/16/noticia_0054.html, mayo 2014

R Core Team (2015). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. Recuperado de <http://www.R-project.org/>, abril 2015.

Secretaría de Gobernación. Ley General de Protección Civil. México, D.F. Diario Oficial de la Federación, 2000.

SEP, Manual de Seguridad Escolar. Programa Escuela Segura., Gobierno Federal, México D.F., 2011. Recuperado del sitio: <http://www.seslp.gob.mx/pdf/Manual%20de%20Seguridad-Web%20290212.pdf>, mayo 2014.

Caracterización de una grúa viajera

FERRER, Miguel*†, ALMARAZ, Ángel, REYNALDO-LEDESMA, Jaime, RAMOS-LAZARO, Gabriela, y GUANDULAY-ALCANZAR, Miguel Ángel

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

Recibido Enero 21, 2014; Aceptado Mayo 22, 2014

Resumen

El presente trabajo trata sobre la caracterización de una grúa viajera tipo monopunte, con la finalidad de encontrar las condiciones adecuadas y seguras de operación en la misma. Se propone un modelo de la estructura realizado en Solidworks, se establecieron características específicas de la estructura, tanto en material, tamaño así como perfiles a utilizar. Además se hace un estudio del comportamiento de los esfuerzos existentes en la estructura de la grúa, formada por una viga principal llamada puente, que será la encargada de cargar todo el peso del sistema. También se tomaron en cuenta los desplazamientos sucedidos en la estructura, así como la obtención de un factor de seguridad, que deberá ser mayor que uno, para que tenga la sustentabilidad debida el sistema. Los análisis de esfuerzos se realizaron a través del cálculo de elementos finitos, utilizando el criterio de Von Mises, asegurando la viabilidad de la estructura. Por todo lo anterior es factible la construcción de la estructura para la grúa.

Grúa, puente, esfuerzos, desplazamiento, seguridad

Abstract

This work is about the characterization of a monopunte traveling crane type, in order to find right conditions and safe operating condition in the same. A model of the structure made of Solidworks is proposed, specific characteristics of the structure were established in material, size and profile to use. In addition, a study of the behavior of existing stress in the structure of the crane, including a main beam called bridge, will be responsible for loading the all weight of the system is made. Also they took into account the displacements occurred in the structure and obtain a safety factor, which must be greater than one, so you have the proper system sustainability. The stress analysis is performed through the finite element analysis, using the Von Mises criterion, ensuring the viability of the structure. By the above construction of the structure for the crane it is possible.

Crane, bridge, Stress, displacement, security

Citación: FERRER, Miguel, ALMARAZ, Ángel, REYNALDO-LEDESMA, Jaime, RAMOS-LAZARO, Gabriela, y GUANDULAY-ALCANZAR, Miguel Ángel. Caracterización de una grúa viajera. Revista de Prototipos Tecnológicos. 2015, 1-1:33-38

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: maferre@utsoe.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El uso de las gruas en los tiempos modernos ha significado un progreso trascendental para el desarrollo de la industria a nivel mundial, dentro de este ámbito, las gruas viajeras representan un especial aporte a la industria metalmeccánica, particularmente por la utilidad de mover cargas pesadas en espacios confinados a naves industriales, tales como la descarga de vehículos con cargas pesadas, maquinaria pesada, manipulación de materiales en industrias de maquinados, etc. Una grúa viajera monopuente, así llamada por que consta de una viga central de deslizamiento, esta formada por un aparejo ensamblado sobre un carro deslizante, generalmente operado en forma eléctrica, este último montado sobre una viga llamada puente. El aparejo o polipasto con el que se sujetara la carga, se baja o sube por medio de una transmisión de cadenas y motor eléctrico. El puente esta sujetado a dos vigas o traveses, en el mismo plano y orientado de forma transversal, cerrando la estructura y también haciendo la función de rieles por donde se deslizará el puente a lo largo de los mismos, transportando el polipasto con la carga. Además la estructura se levanta por seis columnas o pilares, esto de acuerdo a las necesidades del sitio. Figura 1.



Figura 1 Grúa viajera monopuente para uso industrial.

La parte primordial de la estructura es el puente, ya que será en esta viga donde se concentrará toda la carga del sistema, sometiéndola a esfuerzos a considerar en su diseño. Para realizar el diseño del puente se utilizan generalmente perfiles para vigas tipo I estandar, o perfiles tipo I armados en cajón, este último perfil consta de dos almas principales y dos patines de las mismas dimensiones respectivamente.

La deformación ocasionada por la carga en la viga puente es definitivamente un punto importante a considerar en los cálculos de diseño.

La deflexión o desplazamiento que un punto se mueve desde su posición original, considerada en la mitad de la viga, y_i , con una carga en este sitio, se analiza mediante la teoría de Castigliano, es decir la deflexión estará relacionada con la derivada parcial de la energía de deformación de la viga respecto a la carga aplicada. Así mismo dependerá del momento flexionante así como del material y perfil de la viga.

$$y_i = \frac{\partial U}{\partial P_j} = \int \frac{M}{EI} \frac{\partial M}{\partial P_j} dx \quad (1)$$

La confiabilidad en el manejo de cargas dentro de las instalaciones industriales utilizando gruas viajeras es relevante. Es por lo anterior que se hace necesario un estudio y análisis estructural de la grúa monopuente, características con las que debería ser confiable dentro de las condiciones y demanda requeridas por el usuario, de esta manera se realiza la caracterización de los elementos estructurales necesarios para la funcionalidad de la grúa viajera, considerando condiciones específicas en el diseño mecánico, tales como un análisis de los esfuerzos a los que estará sometida la estructura debido a las cargas aplicadas, para ello la selección de perfiles adecuados en las vigas del puente, rieles así como columnas, además de los materiales necesarios para la estructura.

Todo lo anterior considerando el peso total de toda la estructura.

Metodología a desarrollar

Las condiciones de diseño de la grúa viajera monopuente que sustenta el diseño propuesto serán de acuerdo a un tamaño del claro en la viga central de 7.5 m, carga centrada de 5 toneladas (49050 N), esto es considerando el peso de la estructura. Respecto a los seis pilares de la estructura que hacen la función de columnas tendrán una altura de 6.5 m. Además el material tendría que ser dúctil.

De esta manera se propone un modelo para la solucionar el problema estructural, figura 2. Considerando la utilización de perfiles tipo I armados en cajón, el material a utilizar será acero estructural ASTM A-36, por ser un material dúctil, más del 5 % de elongación, esto con la finalidad de homogenizar todo el sistema de la estructura.



Figura 2 Modelo propuesto de grúa viajera y su estructura para uso industrial (fuente propia).

Análisis de esfuerzos

A continuación se procede a realizar un análisis estático, mediante un análisis de elementos finitos, utilizando el software Solidworks para calcular los esfuerzos existentes, así como la zona de mayor riesgo en la viga.

Utilizando el criterio de esfuerzos de Von Mises con el software Solidworks, para materiales dúctiles y haciendo la consideración de la carga centrada en 5 toneladas, además los soportes de la viga puente serán articulados, así como las seis columnas se consideran empotradas, tomando en cuenta que cada columna tiene cuatro aristas obteniendo un total de 24 sujeciones por las seis columnas. En cuanto al material propuesto será acero estructural, ASTM A-36, tiene una resistencia a la cedencia de 250 MPa. El tipo de malla elegido fue fino y se fue adecuando conforme se realizaban las distintas corridas del programa. Figura 3.

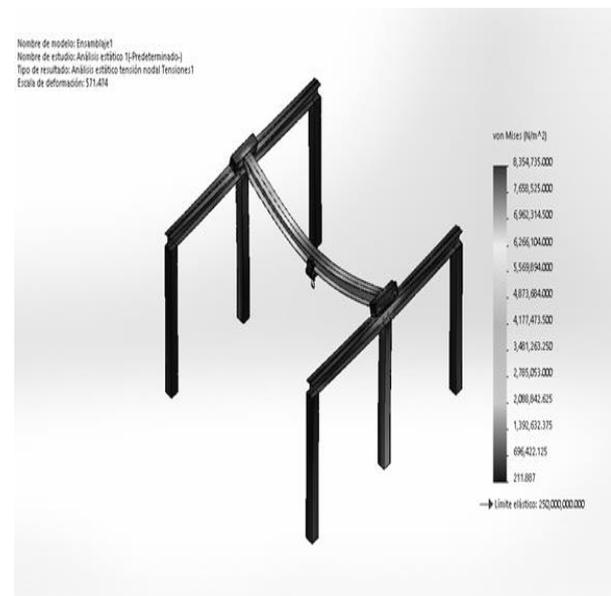


Figura 3 Análisis de esfuerzos en la estructura utilizando el criterio de Von Mises.

Respecto a la deflexión que ocurrirá en el centro del puente debido a la carga en este sitio, se calculará dicha deflexión y_i , mediante la teoría de Castigliano, ecuación 1, y considerando la viga simplemente apoyada en un extremo y en el otro extremo teniendo un apoyo de rodamiento, figura 4.

La viga se analizara a través de dos cortes, el primero originado justo antes de aparecer la fuerza P hasta el punto A, el segundo corte será después de la fuerza P hasta el punto A.

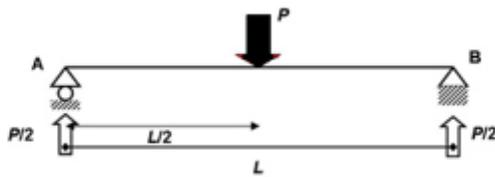


Figura 4 Viga simplemente apoyada con carga puntual a la mitad de la viga.

El momento generado en el primer corte está dado por la ecuación 2, donde x es la distancia del corte hacia el punto A.

$$M = P/2 \cdot x \quad (2)$$

Así la derivada parcial de M respecto a P es:

$$\partial M / \partial P = x/2 \quad (3)$$

Aplicando la ecuación 1, se tiene que la deflexión en el primer corte, considerando los límites de la integral de 0 hasta $L/2$, entonces,

$$y_1 = 1/EI \int_0^{L/2} [(P/2 \cdot x)(x/2)] dx \quad (4)$$

Resolviendo 4, se obtiene el valor

$$y_1 = (PL^3)/96EI \quad (5)$$

Respecto al segundo corte, el momento será:

$$M = P/2(L - x) \quad (6)$$

Y la derivada parcial de la ecuación 6 respecto a P será:

$$\partial M / \partial P = (L - x)/2 \quad (7)$$

Aplicando la ecuación 1, y considerando los límites del corte desde $L/2$ hasta L , la deflexión en el segundo corte será:

$$y_2 = 1/EI \int_{L/2}^L [P/2(L - x)((L - x)/2)] dx \quad (8)$$

Resolviendo 8, se obtiene,

$$y_2 = (PL^3)/96EI \quad (9)$$

Ambos valores y_1 así como y_2 se suman para obtener la deflexión máxima posible en la viga:

$$y_{max} = (PL^3)/96EI \quad (10)$$

Aplicando la ecuación 10, utilizando una fuerza de 49050 N, longitud de 7.5 m, módulo de Young de 200 GPa, con un perfil tipo I armados en cajón y el momento de inercia de $1.26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$, se obtiene una deflexión máxima de 8.5 mm.

De la misma manera se realizó un análisis estático con Solidworks para determinar el desplazamiento mayor a suceder predeciblemente en la parte central del puente, considerando los soportes de pasador y rodamiento respectivamente, Figura 5.

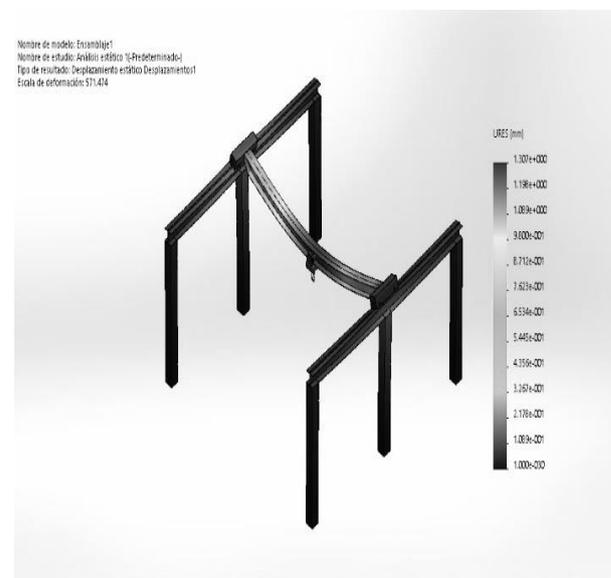


Figura 5 Análisis de los desplazamientos en la estructura grúa monopuente.

Factor de seguridad

El factor de seguridad es la relación existente entre el esfuerzo real (σ_{real}), dividida entre el esfuerzo máximo (σ_{max}), que el material puede soportar, esto es:

$$F.S = \sigma_{\text{real}} / \sigma_{\text{max}} \quad (11)$$

Este factor de seguridad deberá ser mayor o igual que uno para que la estructura pueda ser confiable.

Se calculó el factor de seguridad mediante el análisis estático, figura 6.

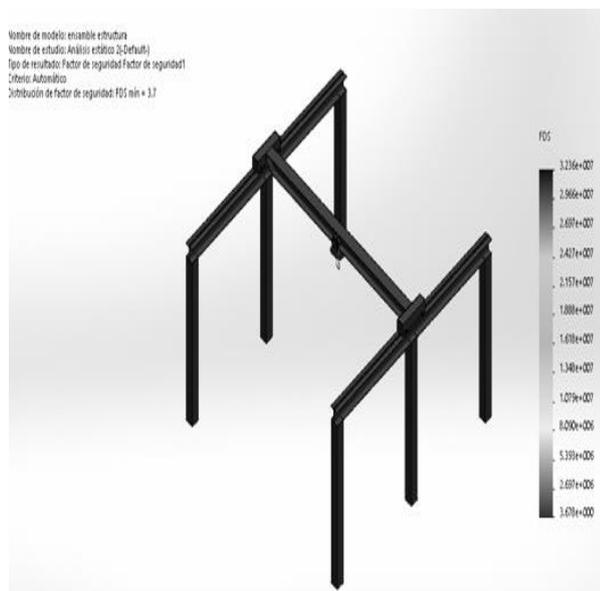


Figura 6 Análisis estático para calcular el factor de seguridad de la grúa monopunte.

Resultados

En relación al resultado obtenido del análisis de elementos finitos para calcular los esfuerzos sucedidos en la estructura, se observa que el valor mayor alcanzado es 8.35 MPa, está por debajo del valor especificado por la teoría de Von Mises para que exista ruptura, es decir 0.577 veces la resistencia a la cedencia. Con lo cual se va sustentando la viabilidad del diseño.

Respecto al análisis de los desplazamientos efectuado, primero, numéricamente resultando un valor máximo permitido de 8.5 mm, y a continuación por medio del software, figura 5, se observa un máximo de 1.3 mm, por lo cual se encuentra dentro de los parámetros estructurales permitidos.

En cuanto al factor de seguridad calculado, figura 6, se observa que el valor mínimo alcanzado es 3.6, esto dentro de las condiciones de confiabilidad necesarias para la estructura.

Conclusiones

A través del análisis y estudio realizado a la grúa monopunte se consideró asegurar las condiciones de trabajo adecuadas para máxima carga, los análisis de esfuerzos, desplazamientos así como factor de seguridad, comprueban la viabilidad de la grúa. La estructura denota una seguridad arriba del valor de 1, por cual es confiable. Así mismo los criterios de Von Mises para esfuerzos son satisfactorios, de igual manera los desplazamientos están por debajo del valor máximo permitido. Es por todo lo anterior que la estructura para la grúa será en todo caso confiable, y su construcción oportuna.

Referencias

G.W. Shepard, R.J. Kahler, J. Cross, (2000), Crane fatalities-a taxonomic analysis. Saf. Sci. 36(2), 83–93

P. F. Liu, L. J. Xing, Y. L. Liu, J. Y. Zheng,(2014),Strength Analysis and Optimal Design for Main Girder of Double-Trolley Overhead Traveling Crane Using Finite Element Method, Journal of Failure Analysis and Prevention, Volume 14, Issue 1, pp 76-86

Ferrer, M. A. (2014) Diseño de máquina de vibraciones para pruebas a contenedores transportables, Academia journals, Volumen 6, No.5, 1431-1432

FERRER, Miguel, ALMARAZ, Ángel, REYNALDO-LEDESMA, Jaime, RAMOS-LAZARO, Gabriela, y GUANDULAY-ALCANZAR, Miguel Ángel. Caracterización de una grúa viajera. Revista de Prototipos Tecnológicos. 2015

Pineda, P. I. (2007), Equipo de maniobras grúas viajeras, polipastos y malacates, NRF-183-PEMEX-2007.

Avallone, E. A., Baumeister, T., Manual del Ingeniero Mecánico, 9ª. Edición México, Mc Graw Hill

Determinación de la caída de presión y el diámetro de tubería en un sistema de refrigeración por compresión de vapor

AGUILAR-MORENO, Antonio Alberto*†, PÉREZ-GARCÍA, Vicente, RODRÍGUEZ-MUÑOZ, José Luis y DUARTE-CABRERA, Gerardo Daniel

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, carr. Valle-Huanimaro sn C.P. 38420 Guanajuato, Gto.

Recibido Enero 28, 2014; Aceptado Mayo 29, 2014

Resumen

La refrigeración es el proceso de extracción de calor a un objeto u espacio confinado. La extracción de calor se realiza reduciendo la energía de un cuerpo.

Los sistemas de refrigeración están diseñados primordialmente para disminuir la temperatura del producto almacenado en las cámaras de refrigeración, las cuales pueden contener una variedad de alimentos o compuestos químicos.

Es así que, dentro de las principales actividades que se deben realizar antes de montar una instalación es el correcto dimensionamiento de las líneas por donde circulara el fluido de trabajo (refrigerante).

En este trabajo se presenta el dimensionamiento de las líneas de un sistema de refrigeración por compresión de vapor de una capacidad de 5.7 kW, que será construido en la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Los resultados obtenidos muestran que los diámetros de la tubería de la línea de succión debe de ser de 2.54 cm (1 pulg) y la línea de descarga de 0.95 cm (3/8 pulg), la tubería seleccionada para dichas líneas es de cobre, las caídas de presión calculadas son de 12.87 y 14.21 kPa, respectivamente. Actualmente se trabaja en la construcción de la instalación experimental que servirá para realizar pruebas a futuro dentro de la UTSOE.

Refrigeración, instalación experimental, tubería, caída de presión

Abstract

Refrigeration is the process of extracting heat an object or confined space. Heat extraction is performed by reducing the energy of a body.

Refrigeration systems are designed primarily to lower the temperature of the stored product in refrigeration chambers, which may contain a variety of foods or chemical compounds.

Much so that, within the main activities to be performed before mounting installation it is the correct sizing of the lines through which circulate the working fluid (refrigerant).

In this paper is presented the design of the lines of a cooling system vapor compression of capacity 5.7 kW, which will be built at the Technological University of the Southwest of Guanajuato.

The results show that the diameter of the pipe from the suction line should be 2.54 cm (1 inch) and the discharge line of 0.95 cm (3/8 inch) pipe selected for these lines is copper, the calculated pressure drops are 12.87 and 14.21 kPa, respectively.

Currently it is working on the construction of the experimental installation which will serve for testing future within the UTSOE.

Refrigeration, systems, pipe, software

Citación: AGUILAR-MORENO, Antonio Alberto, PÉREZ-GARCÍA, Vicente, RODRÍGUEZ-MUÑOZ, José Luis y DUARTE-CABRERA, Gerardo Daniel. Determinación de la caída de presión y el diámetro de tubería en un sistema de refrigeración por compresión de vapor. Revista de Prototipos Tecnológicos. 2015, 1-1:39-47

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jaaguilarm@utsoe.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El hielo natural fue usado para enfriar desde tiempos antiguos, transportándose de zonas frías a zonas calientes o se guardaba el hielo en el invierno para usarse en verano. En 1755, William Cullen produjo un poco de hielo en el laboratorio evaporando éter por medio de vacío, este proceso no es cíclico pues cuando el éter se evapora por completo la refrigeración termina. En 1803, se inventó la "caja de hielo", primer refrigerador doméstico que funciona poniendo hielo en un lugar elevado generando convección, fue usado por más de un siglo. En 1805, Oliver Evans describió un mecanismo que haciendo uso de un compresor (operado por un motor) permite refrigeración continua, fue construido y patentado por Jacob Perkins, en 1835.

La refrigeración es un proceso que se ha vuelto común en la vida diaria, ha evolucionado a lo largo de los años, tanto en su comprensión como en la fabricación de los dispositivos que la hacen posible y de las diversas sustancias que son utilizadas como refrigerantes.

Ésta se define como el proceso de mantener un producto o espacio a una temperatura menor a la de sus alrededores, Von Platen y Munters (1928), Dossat (1991). Este concepto no debe confundirse con el enfriamiento, el cual implica una disminución en la temperatura, no necesariamente menor a la de los alrededores.

Mediante el uso de instalaciones de compresión de vapor experimentales se puede lograr esto.

El presente trabajo aborda las principales actividades que se deben realizar antes de montar una instalación, siendo el correcto dimensionamiento de las líneas del sistema de refrigeración por compresión de vapor, el sistema se realizó considerando la línea de baja presión adiabática y permitió seleccionar el tipo de tubería, diámetros adecuados para la zona de descarga y succión, así como el tipo de refrigerante.

Los resultados obtenidos permitirán el desarrollo del sistema de refrigeración y serán de gran utilidad para su construcción. Actualmente se trabaja en la construcción de la instalación experimental que servirá para realizar pruebas a futuro dentro de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Sistemas de Refrigeración Convencional

La refrigeración involucra procesos como son la evaporación y la condensación, mismos que se describen a continuación.

Evaporación y condensación: La evaporación es un proceso físico que consiste en el paso lento y gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso, tras haber adquirido suficiente energía para vencer la tensión superficial. La condensación es el cambio de fase de la materia que se encuentra en forma gaseosa (generalmente vapores) y pasa a forma líquida. Es el proceso inverso a la vaporización.

Enfriamiento por evaporación: durante la evaporación, al ser las partículas con mayor velocidad las que escapan del líquido lo dejan, en promedio, con menos energía cinética, por lo que disminuye su temperatura.

En un refrigerador el refrigerante es llevado a través de un ciclo que, a diferencia del ciclo de Carnot, no es reversible ni de eficiencia máxima. Este ciclo se lleva a cabo en la región de saturación, donde coexisten el líquido y el vapor del refrigerante (sustancia encargada del transporte de calor en un refrigerador y se utiliza para absorber calor del espacio o cuerpo a refrigerar).

Usualmente estos ciclos son estudiados en un diagrama de presión-entalpía del refrigerante en cuestión, ya que tienen la ventaja de facilitar el cálculo de la cantidad de calor extraído y cedido en los procesos a presión constante, que equivale a la diferencia de entalpía entre el estado final e inicial.

De la Figura 1, donde se muestra un ciclo de refrigeración típico, el ciclo comienza cuando todo el refrigerante está en su forma líquida, a alta presión y temperatura. En estas condiciones puede estar en el punto A', donde el líquido está saturado; o en el punto A, donde el líquido está subenfriado. Al disminuir su presión y temperatura abruptamente se evapora parte del refrigerante (es lo que sucede cuando abrimos una olla express que aún está muy caliente: la presión y la temperatura dentro de ésta son muy altas, al abrir disminuimos la presión hasta la atmosférica drásticamente, evaporándose parte del agua dentro de la olla; como no hay intercambio de calor con los alrededores, la energía necesaria para la evaporación se toma de la energía interna del líquido, disminuyendo con esto la temperatura del mismo), punto B o B'; la diferencia entre estos puntos radica en la cantidad de refrigerante líquido que se tiene: entre más cerca se está de la línea de líquido saturado mayor es el porcentaje de líquido presente.

Al pasar del punto B (o B') al punto C, el refrigerante se evapora por completo extrayendo calor del espacio a refrigerar (se produce un enfriamiento por evaporación del refrigerante; es la razón por la que, por ejemplo, una taza de café se enfría. Entonces, ¿por qué el refrigerante se mantiene a temperatura constante? Esto se debe a que se mantiene en contacto con el espacio a refrigerar robándole calor y compensando así su enfriamiento por evaporación).

Se llamara efecto refrigerante a la cantidad de calor que se extrae de dicho espacio; aquí hay que notar que el efecto refrigerante para el proceso B-C es mayor que para el proceso B'-C, ya que en el segundo tenemos menos refrigerante disponible para la evaporación, razón por la cual el subenfriamiento al inicio del ciclo se vuelve importante. Una vez que tenemos vapor saturado se lleva a cabo una compresión, es decir, aumentamos su presión y temperatura hasta alcanzar el punto D.

A partir de este punto, el refrigerante cede calor a un medio condensante para saturarse, llegar al punto E, y posteriormente condensarse por completo, regresando al punto A o A' (por ejemplo, cuando se forman gotas de agua en una bebida es porque el vapor de agua, presente en el aire circundante, cede calor a la bebida condensándose en la superficie del recipiente que la contiene) Castro et. al (2010).

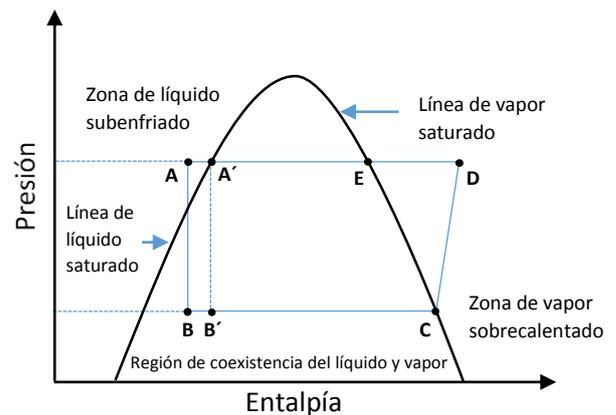


Figura 1 Diagrama de presión-entalpía. Se muestran las zonas de líquido y vapor, también la región de coexistencia delimitada por las líneas de saturación; dentro de la región de coexistencia, las líneas de presión constante también son líneas de temperatura constante.

Haciendo un balance entre la capacidad de refrigeración que tiene el ciclo (efecto refrigerante) y la cantidad de trabajo que se debe invertir para lograrlo (trabajo realizado durante la compresión), se define el Coeficiente de Rendimiento (Coefficient of Performance, COP) como, Dossat (1991):

$$\text{COP} = \frac{\text{Efecto Refrigerante}}{\text{Trabajo de Compresión}} \quad (1)$$

Cuando se quiere diseñar un sistema de refrigeración se busca que el COP sea lo más alto posible, esto ayuda a aumentar la eficiencia del mismo.

Un sistema de refrigeración es un mecanismo que hace posible la refrigeración llevando una sustancia a través de un ciclo termodinámico como el descrito anteriormente; durante el cual se extrae calor del espacio que se quiere refrigerar, administrando cierta cantidad de energía al sistema. Los sistemas más usuales son el sistema por compresión y el sistema por absorción de vapor. La principal diferencia entre ambos, son los mecanismos utilizados para llevar al refrigerante a través del ciclo respectivo y la forma de administrarles energía, siendo en el primero mecánica y en el segundo calorífica.

A continuación se describe el sistema de refrigeración por compresión de vapor, el cual se utilizara para el dimensionamiento de este trabajo.

Refrigeración por compresión

Un sistema de refrigeración por compresión puede dividirse en dos partes, una de alta presión y otra de baja presión. En la zona de baja presión y baja temperatura (zona de líneas, Figura 2) se lleva a cabo la evaporación del refrigerante dentro de un depósito llamado evaporador, el cual está en contacto con el espacio a refrigerar o cámara refrigerante.

Durante este proceso se pierde calor de la cámara refrigerante, manteniendo su temperatura más baja que la de los alrededores. Para mantener la presión constante en el evaporador se utiliza un compresor (impulsado por un motor), su función es succionar el refrigerante sacándolo del evaporador.

La zona de alta presión (zona de puntos, Figura 2) comienza a la salida del compresor, el cual aumenta la presión y temperatura del vapor hasta sobrecalentarlo.

Después, se hace pasar al refrigerante por un condensador, en contacto con el medio condensante (usualmente se usa agua o aire) al que cede calor, a la salida del condensador se tiene refrigerante líquido. El refrigerante se almacena en un contenedor o tanque conectado al evaporador mediante una válvula de expansión que, al abrirse, disminuye rápidamente la presión y la temperatura del refrigerante cerrando el ciclo.

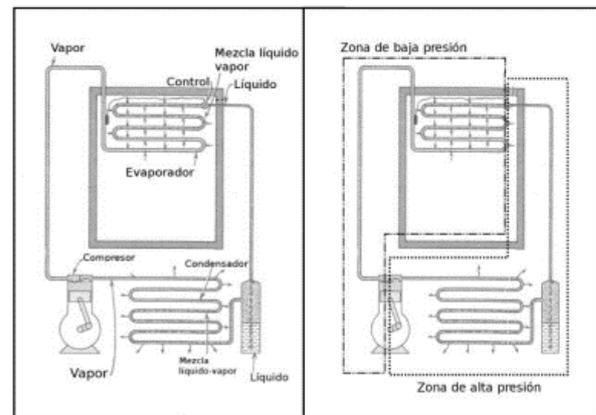


Figura 2 Refrigeración por Compresión. A la izquierda se muestra un dibujo esquemático de un sistema refrigerante por compresión de vapor, A la derecha se muestran las zonas de alta y baja presión.

El sistema descrito anteriormente son de ciclo continuo y la generación es simultánea, la presencia del evaporador, el condensador, el compresor y la válvula de expansión, donde en el sistema de compresión de vapor (SCV) el compresor mantiene baja la presión en el evaporador y alta presión en el condensador.

Por otro lado, debido a la gran variedad de refrigerantes disponibles para los SCV se pueden diseñar refrigeradores con una amplia gama de temperaturas de trabajo. La Tabla 1 muestra las características de los sistemas de compresión de vapor.

Sistema de Compresión de Vapor
Se alimenta con potencia eléctrica
COP alto (~ 3), pero sensible a las temperatura del evaporador
El COP se reduce en las zonas de recarga
Se debe evitar tener líquido a la salida del evaporador ya que puede dañar el compresor
COP sensible al sobrecalentamiento en el evaporador
El motor del compresor requiere mantenimiento constante
Económicos cuando hay electricidad disponible

Tabla 1 Características del Sistema de Compresión de vapor.

Sustancias involucradas en la Refrigeración

Como ya se mencionó anteriormente, para lograr la refrigeración se requiere de una sustancia que transporte calor llamada refrigerante.

Un refrigerante es cualquier cuerpo o sustancia que actúa como agente de enfriamiento, absorbiendo el calor de otro cuerpo. Desde el punto de vista de la refrigeración mecánica por evaporación de un líquido y la compresión de vapor, se puede definir como el medio para transportar calor donde lo absorbe por ebullición, a baja temperatura y presión, hasta donde lo rechaza al condensarse a alta temperatura y presión.

Los refrigerantes son cualquier fluido vital en un sistema de refrigeración mecánica. Toda sustancia que cambie de líquido a vapor puede funcionar como un refrigerante, dependiendo del rango de temperaturas, presiones y tener aplicación en los sistemas de refrigeración mecánica en la industria.

Refrigerantes

Existe una gran variedad de refrigerantes, sus características y propiedades físicas y químicas son muy diversas.

En la Tabla II se presentan las propiedades que idealmente debe tener un refrigerante; sin embargo, es muy difícil encontrar una sustancia que cumpla con todas. Así que, al momento de escoger un refrigerante, se debe buscar que se adecúe al tipo de refrigerador que se pretende construir así como la aplicación que se le dará al mismo. Además se debe tener en cuenta su toxicidad, seguridad e impacto ambiental.

Presión dentro del sistema	Debe estar por encima de la atmosférica (incluso en la zona de baja presión). Evita entrada de humedad y facilita detección de fugas.
Calor latente de vaporización	Alto para disminuir el flujo de masa dentro del sistema.
Calor específico	Del líquido, bajo para lograr subenfriamiento. Del vapor, alto para evitar sobrecalentamiento.
Conductividad térmica	Alta en ambas fases, para lograr buenas transferencias de calor.
Viscosidad	La viscosidad genera una fuerza de fricción contraria a la dirección del flujo, lo cual provoca caídas de presión dentro del sistema. Por lo que la viscosidad debe ser baja en ambas fases.
Presión del punto crítico	Elevada, esto permite trabajar siempre en la zona de coexistencia del líquido y el vapor.
Temperatura de fusión	Lo más baja posible, para evitar la congelación en el evaporador.
Miscibilidad	Es la capacidad de mezclarse con otras sustancias, en cualquier proporción, formando una solución homogénea. Una buena miscibilidad, evita tener que agregar un separador para obtener refrigerante puro a la salida del compresor.
Estabilidad y compatibilidad química	Evita reacciones indeseadas, que pueden generar sustancias corrosivas dañinas para el equipo.
Toxicidad	La toxicidad es el nivel de daño que puede provocar una sustancia al ser humano, ya sea pura o al mezclarse con el aire. Se busca que el refrigerante no sea tóxico.
Seguridad	Se refiere a que tan explosiva puede ser una sustancia pura o mezclada con el aire. Se busca que el refrigerante sea lo más seguro posible.
ODP	Da una medida del daño provocado a la capa de ozono por la sustancia. Debe ser lo más bajo posible.
GWP	Mide la contribución que tienen los refrigerantes al calentamiento global. Debe ser lo más bajo posible.

Tabla 2 Propiedades de los refrigerantes.

Como se dijo anteriormente, para mantener funcionando un refrigerador es necesario invertir energía en el sistema, dicha energía puede ser suministrada en forma mecánica o de calor, ya sea para los sistemas por compresión de vapor como para los sistemas por absorción de vapor.

Dado que el uso de los sistemas de refrigeración y los refrigerantes más comunes contribuyen en gran parte al calentamiento global y a la destrucción de la capa de ozono, los refrigerantes más usados suelen tener un ODP (Potencial de agotamiento de ozono, por sus siglas en ingles) y/o un GWP (Potencial de calentamiento global, por sus siglas en ingles) muy altos, se pueden buscar alternativas para modificar los sistemas convencionales de forma tal que puedan operar utilizando energía solar y refrigerantes no dañinos para el ambiente. En la Tabla 3 se muestran refrigerantes con su ODP y GWP.

Refrigerante	ODP	GWP
R11	1	3800
R22	0.055	1500
R134a	0	1300
R404 A	0	3260
R407 C	0	1520
R290	0	3
R507	0	3300
R744 (CO ₂)	0	1
R717 (NH ₃)	0	0

Tabla 3 Se muestra el ODP y el GWP de algunos refrigerantes. Los datos fueron tomados de Lamua (2000).

Metodología

El diseño del sistema de compresión de vapor se ha realizado con base a las temperaturas del evaporador de -15°C y una temperatura del condensador de 20°C, para llevar acabo esto se utilizó el sistema de refrigeración por compresión de vapor, el cual está compuesto de cuatro equipos, un evaporador, compresor, evaporador y un condensador, se considerara una eficiencia isentropica del 80% en el compresor.

En la Figura 3 se muestra de manera esquemática y en un diagrama T-s, este ciclo es el que más se utiliza en refrigeradores, el cual se compone de cuatro procesos:

- 1-2 Compresión isentrópica en un compresor
- 2-3 Rechazo de calor a presión constante en un condensador
- 3-4 Estrangulamiento en un dispositivo de expansión
- 4-1 Absorción de calor a presión constante en un evaporador

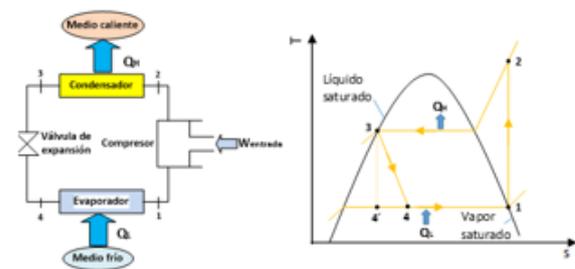


Figura 3 Esquema y diagrama T-s para el ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor.

Las ecuaciones utilizadas en la simulación del ciclo de compresión de vapor y para la obtención de las entalpías y los diámetros de tubería son:

Analizando el compresor:

$$W_c = (h_2 - h_1)m \tag{2}$$

$$\eta_c = \frac{h_{2,s} - h_1}{h_2 - h_1} \tag{3}$$

Analizando el condensador se encuentra el calor que desprende con la siguiente ecuación:

$$Q_{cond} = (h_2 - h_3)m \tag{4}$$

La valvula de expansión:

$$h_3 = h_4 \quad (5)$$

Y por ultimo se analiza en evaporador:

$$Q_{eva} = (h_1 - h_4)m \quad (6)$$

Otras ecuaciones adicionales que resultaran de gran utilidad son las siguientes:

$$COP = \frac{Q_{eva}}{W_c} \quad (7)$$

$$Re = \frac{\rho v L}{\mu} \quad (8)$$

$$m = \rho v A \quad (9)$$

La caída de presión en tuberías se calcula mediante la ecuación de perdida de carga:

$$\Delta P = \frac{f L v^2}{2 g D} \quad (10)$$

El factor de fricción de Darcy se calcula con la ecuación de Colebrook (1939).

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\epsilon}{3.7 D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right) \quad (11)$$

El refrigerante que se utilizará en el sistema de refrigeración es el R-134a, por su bajo potencial de daño a la capa de ozono, por lo que es apto para el uso en el sistema de refrigeración ideal. La Tabla 4 se muestra sus propiedades.

Propiedades físicas	
Fórmula molecular	CH2FCF3
Peso Molecular	102.03
Punto de ebullición, 101.3 Kpa (°C)	-26.10
Punto de congelación, 101.3 KPa (°C)	-96.60
Densidad 30°C (kg/m ³)	1188.10
Temperatura crítica (°C)	101.10
Presión crítica (MPa)	4.06
ODP	0.0
GMP	1300

Tabla 4 Propiedades del R134a

Resultados

Para obtener el dimensionamiento del sistema de compresión de vapor, el conjunto de ecuaciones descritas en la sección anterior fueron resueltas con la ayuda del software computacional Engineering Equation Solver, EESR. en la Tabla 5 se muestran los resultados de las ecuaciones anteriores utilizando como refrigerante el R134a.

T ₁ = -15.01°C	T ₂ = 61.95°C	T ₃ = 45°C
P ₁ =164 kPa	P ₂ =1161 kPa	P ₃ =1161 kPa
P ₄ =164 kPa	h ₁ =241.5 kJ/kg	h ₂ =292.6 kJ/kg
h ₃ =115.8 kJ/kg	h ₄ =115.8 kJ/kg	h _{2,s} =282.3 kJ/kg
COP=2.461	Q _{cond} =8 kW	Q _{eva} =5.7 kW
W _c =2.312 kW	m=0.045 kg/s	T ₄ = -15.01°C

Tabla 5 Resultados de las ecuaciones del sistema de refrigeración de compresión de vapor

La velocidad media en la succión y descarga fueron obtenidas por las velocidades frigoríficas con el refrigerante R-134a, ya que es una sustancia halógena, en la Tabla 6 se presenta las velocidades recomendadas para succión y descarga

Fluido	Succión (m/s)	Descarga (m/s)	Líquido (m/s)
Amoniaco	15 a 20	20 a 25	0.5 a 2.5
Halogenados	8 a 15 media 11.5	15 a 25 media 20	0.5 a 1.25 media 0.87
Dioxido de Carbono	5 a 8	5 a 6	0.5 a 1.25

Tabla 6 Velocidades recomendadas en tuberías de HFC's.

Para el dimensionamiento de la tubería de succión y descarga, con el análisis realizado y con los resultados obtenidos anteriormente se obtuvo el diámetro de las líneas de descarga y succión las cuales se muestran en la Tabla 6.

Línea	Velocidad	Longitud	Diámetro
Succión	11.5 m/s	4.2 m	3.175 cm (1¼ pulg)
Descarga	20 m/s	0.7 m	1.27 cm (1/2 pulg)

Tabla 7 Diámetros obtenidos de las líneas de succión y descarga, Emerson Climate Technologies (2012).

Los resultados muestran los diámetros de la turia de succión de 3.175 cm (1 ¼ pulg) y la línea de descarga de 1.27 cm (1/2 pulg), los culés son los diámetros seleccionados para las velocidades de 11.5 y 20 m/s respectivamente, el material de la tubería seleccionado para las líneas es de cobre tipo m.

En la Tabla 8 se muestra la caída de presión para las líneas de succión y descarga las cuales son de 12.87 y 14.21 kPa respectivamente, las cuales están por debajo de las caídas de presiones máximas permitidas que son de 13.2 y 15.2 kPa. Con esto se obtuvo la longitud de las líneas de succión y descarga, que son 1.9 y 0.7 respectivamente.

Las velocidades para el cálculo de las caídas de presión utilizadas son de 15 m/s para la línea de succión y 16 m/s para la línea de descarga.

Línea	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	ΔP (KPa)	ΔP_{max} (KPa)
Succión	15 m/s	1.9	12.87	13.2
Descarga	16 m/s	0.7	14.21	15.2

Tabla 7 Caídas de Presión de las líneas de succión y descarga.

Conclusiones

En esta investigación se ha presentado el dimensionamiento de un sistema de refrigeración por compresión de vapor.

Al seleccionar el refrigerante R-134a y la tubería de cobre en el dimensionamiento de un sistema de refrigeración por compresión de vapor, mejora la eficiencia considerablemente con respecto a los sistemas convencionales, Así como una resistencia a las presiones para poder completar el ciclo, con un costo accesible. El programa EES fue de gran utilidad para la solución de las ecuaciones.

Se logró obtener los diámetros y las longitudes para las líneas de succión y descargar que era el principal objetivo.

Con los resultados obtenidos se obtuvo una capacidad frigorífica de 5.7 kW del sistema de refrigeración por compresión de vapor.

Finalmente con estos resultados serán de gran utilidad para la construcción del sistema refrigeración por compresión de vapor

Nomenclatura

D	Diámetro (m)
ΔP	Caida de presión (kPa)
f	Factor de fricción (-)
g	Gravedad (m/s ²)
h	Entalpia especifica (kJ/kg)
L	Longitud (m)
m	Flujo masico (kg/s)
P	Presión (kPa)
Q	Potencial térmico (kW)
Re	Numero de Reynolds (-)
T	Temperatura (°C)
v	Velocidad m/s
W	Trabajo (kW)

Simbolos griegos η Eficiencia ρ Densidad (kg/m³)**Subindice**

c Compresor

1,2,3,4 Estado

cond Condensador

evap evaporador

Yunus A. Cengel, Michale. A. Boles, D.F (2009) McGrawHill/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Emerson Climate Technologies (2012), Catálogo General de Productos Válvulas, Controles y Protectores del Sistema Latinoamérica, www.emersonclimate.com/español, Forma No. 2009FC-112 R1 (02/12)

Referencias

C. F. Colebrook, Turbulent flow in pipes, with particular reference to the transition between the smooth and roght pipe laws, J. Inst. Civ. Eng. Lond. Vol 11, 1938-1939, pp. 133-156.

Castro, G. J., Herandez, Z. S., Alvarez, M. C. (2010), La Refrigeracion en la Enseñanza de la Fisica, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Universidad 3000, Mexico D.F.

Dossat, R. J., Principles of refrigeration, (PrenticeHall, Inc. 3a Edición. Estados Unidos de América, 1991).

Frank W. White, Mecanica de Fluidos, Sexta edición, McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U. 2008.

Lamúa, M. y Cuesta, F., El amoniaco como refrigerante, (AMV Ediciones. 1^a Edición, Madrid, 2000).

Pizano Ojer J. M., Hernandez Jaesuría E. y Jarque Salvador I., Dimensionamiento grafico para tuberías de refrigerante R-134^a, III Congreso Ebero-Americano de Aire Acpmndicionado y Refrigeración, del 28 al 31 de Agosto de 1995, Sao Paulo, Brasil.

Von Platen BC, Munters CG (1928), Refrigerator, US Patent No. 1864562.

Aplicación de colorante color rosa mexicano con fijador en dos fibras y temperaturas diferentes

NÚÑEZ, Marcela*†, ROMO, Johanán

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

Recibido Enero 23, 2014; Aceptado Mayo 1, 2014

Resumen

Comprobar si se obtienen las tonalidades recomendadas, con las cantidades específicas del colorante. Definir a que temperatura se obtiene mejor fijación del color. Decidir que fibra adhiere mejor el color de acuerdo a las tonalidades recomendadas. Se utilizarán 8 cuadros de popelina y 8 de manta corrugada de 20 * 20 cm para someterlos a un proceso de pigmentación con 8 y 16 gramos de color rosa fucsia, polvo tomado de un sobre de la marca CABALLITO y a 23° y 93° C de temperatura para conocer el grado de fijación del color. El teñido artesanal actualmente es muy usado en el diseño independiente debido a que puedes elaborar diseños únicos y amigables con el medio ambiente. La necesidad de conocer que fibra pigmenta mejor someténdola a diferentes temperaturas y cantidades de color, establece las características idóneas para el uso óptimo del colorante y ayudará a que los alumnos tomen la decisión correcta de acuerdo a la apariencia de las fibras con la aplicación del mismo y los efectos que se quieren lograr.

Textil, Colorante, Temperatura.

Abstract:

Check whether the recommended tones, with specific amounts of dye are obtained. Set temperature for best color fastness is obtained.

Decide that the color adheres better fiber according to the recommended tones. 8 frames poplin and corrugated blanket 8 20 * 20 cm to undergo a process of pigmentation with 8 and 16 grams of fuchsia pink is used, dust taken from an envelope brand CABALLITO and 23 ° and 93 ° C temperature to determine the degree of lightfastness. The handmade dyeing is currently widely used in the independent design because you can develop unique and friendly design with the environment. The need to know that better pigmented fiber subjecting it to different temperatures and amounts of color provides the ideal characteristics for optimal use of dye and will help students make the right decision according to the appearance of the fibers with the application thereof and the effects to be achieved.

Textile, Dye, Temperature.

Citación: NÚÑEZ, Marcela*†, ROMO, Johanán. Aplicación de colorante color rosa mexicano con fijador en dos fibras y temperaturas diferentes. Revista de Prototipos Tecnológicos. 2015, 1-1:48-53

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: manunezle@utsoe.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En el programa educativo de Técnico Superior Universitario en Diseño y Moda Industrial Área Producción de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato los alumnos desarrollarán el siguiente proyecto bajo las siguientes especificaciones:

Colección artesanal, el color elegido es el rosa fucsia, las fibras que se pueden usar son la manta y la popelina por ser estas las que cumplen con el tono natural de blanco que se requiere.

En un mercado global competitivo, el color tiene el poder de diferenciar las marcas y conectarlas con los usuarios.

De acuerdo a (Sánchez Maza, 2012) en el Color y aptitud para el teñido La fibra propuesta para convertirse en textil, ha de ser blanda o susceptible de ser lavada y blanqueada fácilmente para posteriormente poderla teñir en colores claros y tonos delicados, también ha de ser capaz de absorber los colorantes directamente o fijarlos por procedimientos sencillos.

En la Industria Textil y en el Diseño de Modas este juega un papel importante y es una herramienta utilizada a lo largo del año. Las tendencias de moda están integradas por una paleta de color que identifica a cada una de ellas, entre otros elementos de igual importancia. No se usan los mismos colores en primavera, que en verano, u otoño e invierno; tampoco se usa el mismo nivel de saturación. En algunas tendencias, los colores son más opacos o brillos, más claros u oscuros.

De acuerdo a (Luis Lesur, 2006) Para colorear telas se usan tintas y pigmentos o pintura. Los pigmentos son solo polvos o pastas muy finas que se pegan a las telas, unas veces sin que pierdan su textura, otras ocultándola en diversos grados.

Una vez que se tiene claro o se conoce la preferencia del usuario según la temporada, la colección y el mercado, se define qué tipo de materiales se usan para lograr un trabajo de calidad y de impacto en el cliente.

Para ubicar con precisión dichos materiales, es necesario probar con diferentes materiales, cantidades de color y temperaturas, mediante un diseño de experimento.

De acuerdo con (Miranda Rivera, 2006) el diseño de experimentos es una herramienta que se emplea para encontrar de manera eficiente la relación causa efecto entre numerosas variables de entrada o proceso.

El experimento que se llevó a cabo contempla la manta y la popelina, 23° y 93° C en la variable Temperatura y el color rosa fucsia con 8 y 16 gramos de polvo. Una ventaja que tiene esta prueba es que una de las variables de temperatura es a la que se encuentra el medio ambiente (23°C), por lo tanto se reduce costos; sin embargo, si no resulta ser la adecuada, la ventaja de todas maneras es palpable con los costos de las fibras y en la cantidad de color en la pigmentación, esto, claro, en producción en volumen.

Al hacer combinaciones con las variables, además de arrojar la combinación ideal para lograr la pigmentación requerida, nos proporcionan datos que se pueden tomar en cuenta al momento de pretender una coloración distinta a la del objetivo de la colección.

El problema es conocer cuál de las fibras pigmenta mejor, con qué cantidad de color y a que temperatura.

Para comprobar que material y bajo qué condiciones la implementación tendrá un desarrollo óptimo se hacen pruebas en el laboratorio de la Universidad Tecnológica del Suroeste, estableciendo los siguientes supuestos:

1: La manta con 8 gramos de color y sometida a 23°C da el color rosa fucsia que se requiere para la colección.

2: La manta con 16 gramos de color y sometida a 23°C da el color rosa fucsia que se requiere para la colección

3: La manta con 8 gramos de color y sometida a 93° C da el color rosa fucsia que se requiere para la colección.

4: La manta con 16 gramos de color y sometida a 93° C da el color rosa fucsia que se requiere para la colección.

5: La popelina con 8 gramos de color y sometida a 23°C da el color rosa fucsia que se requiere para la colección.

6: La popelina con 16 gramos de color y sometida a 23°C da el color rosa fucsia que se requiere para la colección

7: La popelina con 8 gramos de color y sometida a 93° C da el color rosa fucsia que se requiere para la colección.

8: La popelina con 16 gramos de color y sometida a 93° C da el color rosa fucsia que se requiere para la colección.

Desarrollo del Experimento

De acuerdo con (Kuehl, 2001) La hipótesis de investigación, el diseño del tratamiento y el diseño del estudio experimental o por observación, constituyen el diseño de investigación para el estudio. Los tratamientos se diseñan para resolver preguntas e hipótesis específicas que surgen en los problemas de investigación.

El color elegido para la colección es el rosa fucsia, cabe aclarar que las prendas que componen la colección son artesanales.

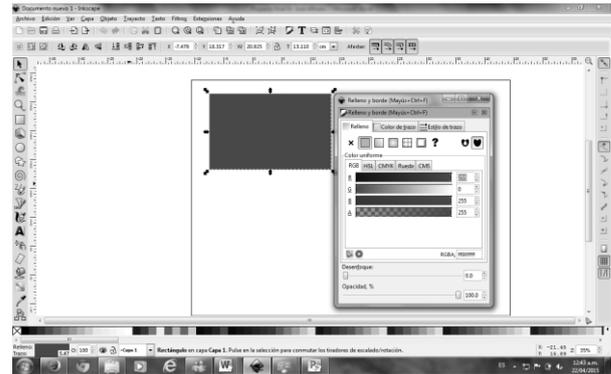


Figura 1 Tabla de colores, elección del tono indicado.

Las fibras elegidas son la manta y la popelina por su color natural que ayudan a la absorción rápida y a lograr la pigmentación deseada.

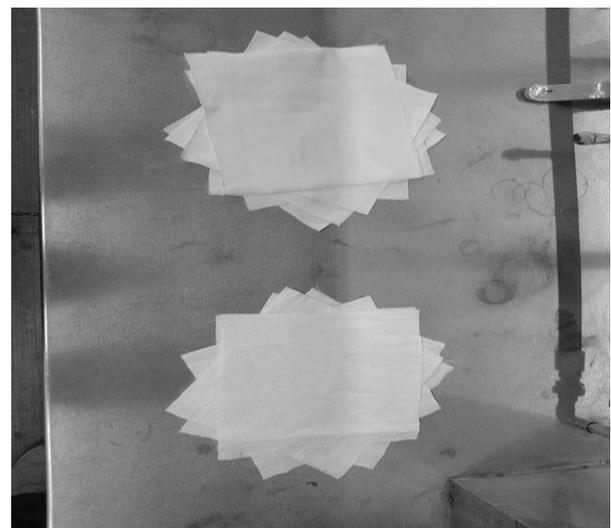


Figura 2 8 cuadros de manta y de popelina de 20*20 cm.

La marca de polvo de color elegido es CABALLITO, por considerar que es la que contiene mayor pigmento y de mayor cobertura.

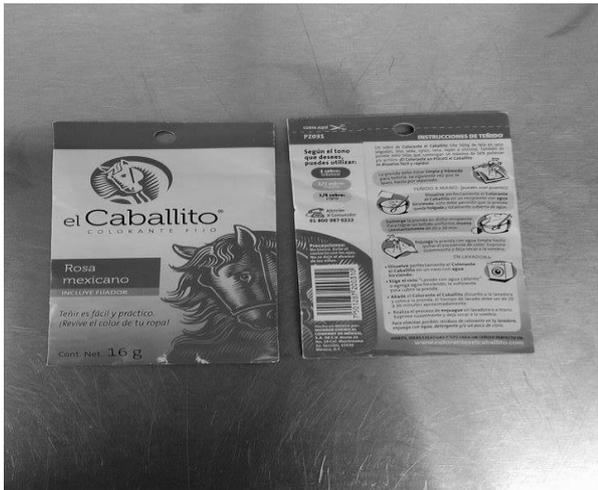


Figura 3 Sobre de 16 g de color elegido como pigmento



Figura 4 Balanza OHAUS

Arrojando los siguientes resultados:

Material: Manta corrugada				
	1 sobre: intenso (16 g).		1/2 sobre: medio (8 g).	
Temperatura Ambiente	25.82	23.6	29.45	36.01
93 °C.	20.1	15.43	24.72	23.94
Material: Popelina				
	1 sobre: intenso (16 g).		1/2 sobre: medio (8 g).	
Temperatura Ambiente	36.05	30.69	45.52	39.84
93 °C.	37.29	31.26	50.12	53.44

Tabla 1 Datos arrojados de las mediciones.

Las pruebas se realizan con temperaturas:

1. Del medio ambiente (23°C)
2. 93°C

Se usa la balanza para medir las cantidades de color

Metodología

Considerando que se toman 2 tipos de tela, por ser estas que cumplen con el requerimiento de peso, textura y pigmentación natural: Manta y Popelina, 2 temperaturas: Ambiente (23°C) y 93°C y 2 cantidades de polvo de color rosa fucsia, se determina que se harán 2 mediciones de cada combinación por esto se clasifica este experimento como factorial 2 a la 3, con 2 réplicas.

En este experimento se incluyen tres factores de tipo cualitativo.

Factores: Color, temperatura y fibra.

Tratamientos:

Tratamientos: 2 temperaturas, 2 cantidades de colorante y 2 tipos de fibra.

Replicas: 2 para observar si había una variación significativa.

Se alimenta el software MINITAB versión 17, obteniendo lo siguiente:

Resultados

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Factor Niveles Valores
Factor 3 TEMPERATURA, COLOR, FIBRA
Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
21.0079	59.27%	57.46%	53.66%

Diseño factorial completo

Factores: 3 Diseño de la base:
3, 8
Corridas: 16 Réplicas:
2
Bloques: 1 Puntos centrales (total):
0

Regresión factorial: RESPUESTA vs. TEMPERATURA, COLOR, FIBRA

Análisis de Varianza

Fuente	Ajust. MC	Ajust. Valor F	GL	SC	Valor p
Modelo	1647.06	235.294	21.06	7	0.000
Lineal	1414.37	471.457	42.20	3	0.000
TEMPERATURA	7.13	7.129	0.64	1	0.447
COLOR	428.49	428.490	38.35	1	0.000
FIBRA	978.75	978.751	87.61	1	0.000
Interacciones de 2 términos	209.41	69.802	6.25	3	0.017
TEMPERATURA*COLOR	11.36	11.357	1.02	1	0.343
TEMPERATURA*FIBRA	160.66	160.656	14.38	1	0.005
COLOR*FIBRA	37.39	37.393	3.35	1	0.105
Interacciones de 3 términos	23.28	23.281	2.08	1	0.187
TEMPERATURA*COLOR*FIBRA	23.28	23.281	2.08	1	0.187
Error				8	
Total	89.38	11.172		15	
	1736.43				

Conclusiones

Los aspectos que se debían tomar en cuenta en referencia al aprovechamiento y recomendaciones del producto fueron comprobados de manera exitosa en los resultados del experimento.

1. Según el tono que desees, puedes utilizar: 1 sobre (16 g): intenso, ½ sobre (8 gramos): medio, ¼ sobre: claro.

2. Disuelve perfectamente el caballito el Colorante el Caballito con un vaso de agua hirviendo.

De manera visual se pueden comprobar con la siguiente Figura. (Vease Figura 7. Resultado del experimento.

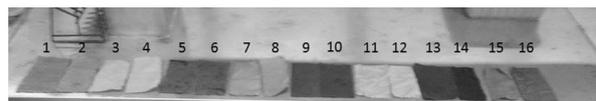


Figura 7 Resultado del experimento

Temperatura	Material: Manta corrugada			
	1 sobre: intenso (16 g).		1/2 sobre: medio (8 g).	
Ambiente	1	2	5	6
93 °C.	9	10	13	14
Temperatura	Material: Popelina			
	1 sobre: intenso (16 g).		1/2 sobre: medio (8 g).	
Ambiente	3	4	7	8
93 °C.	11	12	15	16

Tabla 2 Resultados del experimento con respecto a la Figura 7.

Por lo tanto y para el desarrollo de la colección se recomienda que los alumnos hagan caso total de las recomendaciones para que se obtenga el tono de color ideal, con la cantidad ideal de contenido.

Se propusieron dos fibras diferentes y el colorante se fijó mejor en la manta corrugada debido a que el tejido es más cerrado y tiene mayor espesor con respecto a la popelina.

Caso contrario el tejido de la popelina es más abierto y la fibra es más delgada.

La fibra que absorbió más solución fue la manta corrugada.

Observaciones: El polvo se diluyó más rápido en el agua hirviendo.

En el agua a temperatura ambiente se formaron abscesos de colorante que al interactuar con la fibra ocasionan manchas más oscuras

Referencias

Pulido, H. G. (2012). ANÁLISIS Y DISEÑO DE EXPERIMENTOS. (P. E. Vázquez, Ed.) MÉXICO, MÉXICO: Mc Graw Hill. Recuperado el 20 de 04 de 2015.

Miranda Rivera, L. (2006). SEIS SIGMA: GUIA PARA PRINCIPIANTES. México, D.F: PANORAMA.

Sánchez Maza, M. Á. (2012). Iniciación en materiales, productos y procesos textiles. Malaga: ic.

Alarcón, M., López, M. E., & Ramírez, R. (2009). Industria y Tecnología del Vestido Hoy 1. México D.F.: TEXTOS EDUCATIVOS.

Alarcón, M., López, M. E., & Ramírez, R. (2009). Industria y Tecnología del Vestido Hoy 2. México D.F.: TEXTOS EDUCATIVOS.

Alarcón, M., López, M. E., & Ramírez, R. (2009). Industria y Tecnología del Vestido Hoy 3. México D.F.: TEXTOS EDUCATIVOS.

Kuehl, R. O. (2001). Diseño de experimentos. México, D.F.: THOMSON LEARNING.

Azotea verde para la estabilización de la temperatura en aulas prefabricadas de UTSOE

RAMOS, Humberto*†, LEDESMA, Reynaldo, RAMOS, Gabriela, MEDINA, Dulce

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Recibido Enero 23, 2014; Aceptado Mayo 1, 2014

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo, brindar un espacio confortable y adecuado para la enseñanza en las aulas prefabricadas con las que cuenta la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, que por factores de alta relevancia como son las gestiones para la construcción de edificios, se obliga a las autoridades Universitarias a tomar alternativas para mitigar en cierta forma la falta de espacios adecuados para tomar clases.

La constitución de las aulas es completamente lámina, que sí bien son aulas prácticas, también son aulas que guardan climas extremos en su interior, es decir, en temporada de calor las aulas alcanzan temperaturas mayores a los 30 o 35 grados centígrados, y en temporada invernal las temperaturas descienden hasta cerca de los 0 grados, dependiendo de la zona donde se ubiquen, el proyecto consiste en implementar una especie de jardín u hortaliza en la azotea de las aulas prefabricadas para principalmente: mantener una temperatura ambiente adecuada para que los alumnos tengan un espacio apto para realizar sus estudios durante su estancia en la institución, reducir emisiones contaminantes, en alrededor de 10 toneladas de CO₂ que se producen al utilizar un aire acondicionado, preservar la flora y fauna de la zona de ubicación.

Los resultados obtenidos del estudio e implementación del prototipo son los esperados ya que a pesar de las altas temperaturas en la zona de ubicación del aula que se utilizó como modelo la temperatura no rebasó los 25 ° C durante los meses de mayo y junio lo que asegura un ambiente confortable para los estudiantes que toman clases dentro de ella.

CO₂, Hortaliza, Flora y Fauna

Abstract

This paper aims, providing a comfortable and adequate space for teaching in prefabricated classrooms that comprise the Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, which factors highly relevant as are efforts to construct buildings, agrees the university authorities to take alternatives to mitigate somewhat the lack of adequate space for classes.

The constitution of the classroom is completely foil, which are other good practices classrooms are also classrooms that keep extreme climates inside, ie in hot season classrooms reach temperatures above 30 or 35 degrees Celsius, and in season Winter temperatures drop to near 0 degrees, depending on the area where they are located, the project is to implement a species or vegetable garden on the roof of the prefabricated classrooms in particular: maintaining proper room temperature so that students have a fit for their studies during their stay in the institution, reduce pollutant emissions by around 10 tonnes of CO₂ that occur when using an air conditioner, preserving the flora and fauna of location space. The results of the study and implementation of the prototype are expected because despite the high temperatures in the location of the room that was used as a model the temperature did not exceed 25 ° C during the months of May and June which ensures a comfortable environment for students taking classes in it.

CO₂, Vegetable, Wildlife

Citación: RAMOS, Humberto, LEDESMA, Reynaldo, RAMOS, Gabriela, MEDINA, Dulce. Azotea verde para la estabilización de la temperatura en aulas prefabricadas de UTSOE. Revista de Prototipos Tecnológicos. 2015, 1-1:54-58

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: hramoslo@utsoe.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Los techos (Azoteas) verdes son una opción tecnológica particularmente en zonas con temperaturas muy altas, más aún en situación de un calentamiento global, de islas de calor en las urbes y de muchos otros factores que influyen en elevar la temperatura en las ciudades. Esta alta temperatura ambiental provoca un desgaste del cuerpo humano y malestar, por ello, se busca que las personas estén en una condición de confort térmico que le permita realizar actividades en un ambiente en equilibrio de la temperatura del cuerpo con la del ambiente. Hoy en día, la mayoría de las casas habitación reciben directamente en los techos gran parte de la radiación solar, pero además no tienen un aislamiento adecuado, ocasionando una alta transferencia de energía térmica al interior de las casas, esto aunado a la cada vez más frecuente falta de vegetación en zonas urbanas, el resultado es un aumento considerable de calor dentro de casas y edificios. Como respuesta a dicha problemática, han surgido nuevas tecnologías amigables con el ambiente como los techos verdes, alternativa arquitectónica que brinda un efecto de aislamiento térmico, regulando la humedad y temperatura al interior de las casas, y permitiendo una reducción en el consumo de energía eléctrica por el uso de aires acondicionados y ventiladores.

La construcción de techos (Azoteas) verdes se remonta varios siglos atrás, el ejemplo más conocido son los jardines colgantes de Babilonia en Mesopotamia y los jardines colgantes de Semiramis en lo que hoy es Siria, muchos siglos después, y en un ambiente ecológico totalmente diferente, los habitantes de países escandinavos e Inglaterra y Escocia empezaron a utilizar los techos verdes, más recientemente, como una corriente arquitectónica, la construcción de techos verdes se inició en los años 60's en Alemania, seguida por Inglaterra, Holanda, Hungría, Suecia y Suiza.

La incursión en América ocurrió en los 80's por parte de Canadá y Estados Unidos, y en México hace apenas una década. El objetivo original de la colocación de los techos verdes en Alemania, fue para la captación del agua de lluvia, pero a la fecha la diversidad de usos es amplia debido a la gama de servicios que proveen, por ejemplo, en nuestro país, la construcción de techos verdes, inició como una medida de gestión para mitigar los altos índices de contaminación atmosférica en la Ciudad de México.

En las Universidades Tecnológicas y en diversas instituciones educativas se ha tomado la opción de sumar a su infraestructura aulas prefabricadas, incluso existen instituciones que su infraestructura está constituida completamente por aulas prefabricadas, la instalación de las mismas es muy rápida en comparación con aulas de concreto, es por ello que las instituciones toman la decisión instalarlas con mayor frecuencia, la instalación consiste en, colocar una base de concreto, sobre la cual se colocarán las estructuras del aula, el material es lámina con una capa de laca color claro, la finalidad del color es precisamente que rechace los rayos solares y evitar el calentamiento excesivo del aula.

La UTSOE máxima casa de estudios de esta ciudad está comprometida al 100% con el medio ambiente y el cuidado de nuestros recursos naturales. El municipio de Valle de Santiago Guanajuato, se encuentra ubicado en las coordenadas Latitud: 20.3941, Longitud: -101.193 20° 23' 39" Norte, 101° 11' 35" Oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 1.753 m su principal fuente de ingreso es la agricultura y la ganadería.

Se localiza actualmente la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato cuenta con aproximadamente 13 aulas prefabricadas que han venido a mitigar considerablemente la gran demanda de alumnos que afortunadamente se ha registrado.

Se ha comprobado que para que exista un mejor aprovechamiento por parte de los alumnos requieren de encontrarse en un buen entorno para tener resultados favorables en su desempeño académico, por consiguiente la propuesta presentada aquí, pretende otorgar a los estudiantes las condiciones necesarias para que tengan un excelente desarrollo dentro de su clase.

Marco teórico

Los techos verdes se pueden dividir en tres tipos, extensivos, intensivos y semiintensivos. Los extensivos donde el sustrato tiene una profundidad de la tierra comprende de 2 a 10 cm, de 60 kg/m² a 150 kg/m² de peso, utilización de plantas de bajo crecimiento como Sedum sp, zacates o musgos, y su mantenimiento es bajo. Los intensivos, está enfocado en la imitación de un jardín, este requiere de diversas capas de sustrato con más profundidad (mayor a 15 cm), el peso de 200 kg/m² a 500 kg/m². El semi intensivo, tiene una profundidad de sustrato entre 4 cm a 30 cm, usualmente son accesibles y puede ser utilizado para el crecimiento de hierbas poco profundas y cultivos de hoja. Los techos verdes son una tecnología con cada vez mayor auge debido a los beneficios que brinda y las implicaciones de diseño arquitectónico que significa, el proyecto pretende mostrar los 3 tipos de azoteas verdes, las aulas móviles tienen una estructura resistente de acuerdo a su composición las láminas unidas entre sí de forma vertical y colocadas sobre una plancha de cemento permite dar la resistencia necesaria y distribuirla en toda su estructura, en la parte superior cuenta con 2 montones de acero de 6 “ que otorga resistencia para la instalación de una azotea verde tipo extensiva. La Azotea verde típicamente se compone de cinco capas: 1) vegetación, 2) sustrato, 3) filtro de membrana 4) capa de drenaje y 5) membrana anti-raíz, la flora usada convencionalmente son plantas tolerantes a sequías y altas temperaturas en su mayoría crasuláceas y portulacáceas.

Sin embargo se pretende elaborar un sistema de riego en la hortaliza por lo que la sequía de la temporada afectará de manera mínima, se colocará un sistema de captación de agua tanto pluvial como de riego por lo que básicamente el desperdicio del vital líquido será nulo.

Metodología

Los resultados mostrados en esta sección nos dan una perspectiva más amplia de que el prototipo es funcional completamente y cumple cabalmente con el objetivo propuesto, en primer lugar se formaron capas de unicel derretido, aprovechando precisamente la capacidad poco degenerativa del unicel y sobre todo la termicidad que proporciona, utilizando el mismo para generar el impermeabilizante para evitar la trasminación de agua de lluvia y de riego respectivamente, se colocó un hule anti raíz para evitar daños a la estructura del aula, se comenzó a colocar la tierra aprovechando los surcos que se generan por las láminas del techo del aula, se colocó en la primer mitad pasto común y en el otro extremo se colocó primeramente una siembra de alfalfa y cilantro, que son siembras que dan frescura por la cantidad de agua que producen, en los extremos se colocaron especies en peligro de extinción de plantas cactáceas de la zona de Valle de Santiago preservando así la conservación de especies en peligro de extinción.

La preparación de un impermeabilizante es la parte esencial del proyecto, debido a que aseguramos que no tendremos fugas de líquido hacia el interior del aula, en la figura 1 se aprecia el procedimiento para la desintegración del unicel que servirá como impermeabilizante para la azotea del aula.



Figura 1 preparación del impermeabilizante

El Hule anti raíz, protege a la superficie del aula de que raíces fuertes penetren y causen daños en la estructura, además de que protege del nacimiento de algunas malezas, como se muestra en la figura 2 se extiende a lo largo y ancho del aula para evitar daños por raíces y malezas.



Figura 2 Colocación de hule anti raíz.

Durante la fase de siembra y preparación del terreno se determina qué tipo de semilla y planta se tendrá, se eligió cilantro y alfalfa que producen más ambiente fresco que las otras siembras posibles, en la figura 3 se aprecia el proceso de siembra de semilla.



Figura 3 proceso de siembra en la parte superior de

La colocación de plantas cactáceas, en peligro de extinción, aseguran que el proyecto permite preservar la flora de la zona de Valle de Santiago, la figura 4 nos permite apreciar las clases de cactus que se colocaron en el aula debido a que se consideran especies en peligro de extinción, el proyecto se considera también como una oportunidad de la preservación de la flora de la zona.



Figura 4 Trasplante de cactaceas.

Resultados

En la tabla 1 se muestran resultados de temperaturas tomadas durante los meses de Abril y mayo que son meses donde el calor se considera más extremo.

Horario	Temperatura sin cobertura verde	Temperatura con cobertura verde	Diferencia de temperaturas
8:00	17° Centigrados	15° Centigrados	2°
9:00	17.5° Centigrados	15° Centigrados	2.5°
10:00	18.5° Centigrados	15° Centigrados	3.5°
11:00	22° Centigrados	16° Centigrados	6°
12:00	25° Centigrados	18° Centigrados	7°
13:00	27° Centigrados	21° Centigrados	6°
14:00	29° Centigrados	22.5° Centigrados	6.5°
15:00	32° Centigrados	24° Centigrados	8°
16:00	32.5° Centigrados	25° Centigrados	7.5°
17:00	32° Centigrados	25° Centigrados	7°
18:00	29.5° Centigrados	25° Centigrados	4.5°
PROMEDIO			5.5°

Tabla 1 Tabla de promedio de temperaturas en temporada de Calor

La tabla 2 nos permite apreciar las diferencias de temperatura durante los meses de Diciembre y Enero considerados los meses más fríos del año.

Horario	Temperatura sin cobertura verde	Temperatura con cobertura verde	Diferencia de temperaturas
8:00	5° Centigrados	8° Centigrados	3°
9:00	7° Centigrados	11° Centigrados	4°
10:00	10° Centigrados	12.5° Centigrados	2.5°
11:00	10° Centigrados	11° Centigrados	1°
12:00	12.5° Centigrados	14° Centigrados	1.5°
13:00	13° Centigrados	16° Centigrados	3°
14:00	15° Centigrados	17.5° Centigrados	2.5°
15:00	17.5° Centigrados	20° Centigrados	2.5°
16:00	18.5° Centigrados	21° Centigrados	2.5°
17:00	18.5° Centigrados	21° Centigrados	2.5°
18:00	14.5° Centigrados	21° Centigrados	6.5°
PROMEDIO			2.6°

Tabla 2 Tabla de promedio de temperaturas en temporada invernal

Conclusiones

El uso de las azoteas verdes para las aulas prefabricadas de la UTSOE, se considera de impacto tanto económico como ambiental, así como también impacto sobre las condiciones aptas para estudiantes, ya que el proyecto permitirá preservar la flora y fauna de la zona, generar un ambiente agradable para los alumnos durante las estaciones del año, generar alimento en la misma comodidad de la azotea del aula ya que se puede sembrar cualquier Hortaliza siempre y cuando se tenga la cantidad de tierra requerida lo que hace de este proyecto una oportunidad para erradicar un poco la marginación y falta de alimento en muchas familias mexicanas, ya que ellos pueden generar su propio alimento sin costo extra para ellos.

Un techo verde necesita un mantenimiento mensual para limpieza de terrígenos, maleza y hojas muertas, el sistema de riego se adapta a las necesidades y posibilidades económicas de los usuarios.

Referencias

Álvarez S. 2009. Azoteas verdes, una opción rentable. Consulta electrónica. http://www.circuloverde.com.mx/artman2/publish/materiales/Azoteas_Verdes_una_opcion_RENTABLE.shtml.

Cervantes R. 2009. Embellecer las azoteas. La Comunidad. Excelsiór. Consulta electrónica.

Gudiña V. 2009. Jardines en azoteas podrían ayudar a combatir la contaminación (Publicado en 2007). Consulta electrónica. <http://elblogverde.com/jardines-en-azoteas-podrian-ayudar-a-combatir-la-contaminacion/>

Short23. 2009. Techos Verdes y Agricultura Urbana. Consulta electrónica. <http://shot23.wordpress.com/2009/05/17/techos-verdes-agricultura-urbana/>

Urbieta U. M. P. 2005. Plantas medicinales, manual para las azoteas verdes. Ririki Intervención Social S. C. Instituto de Desarrollo Social.

Modelo de Mantenimiento Empleando Técnicas de Manufactura Esbelta

AVILÉS-FERRERA, José Josías*†, RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, Marcos, AMBRIZ-COLÍN, Fernando y GUERRERO-GONZÁLEZ, Ricardo

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

Recibido Enero 23, 2014; Aceptado Mayo 1, 2014

Resumen

Este proyecto consiste en el desarrollo de la propuesta de un modelo de mantenimiento integrando diferentes técnicas de manufactura esbelta para aumentar la calidad en el área del mantenimiento y de la manufactura misma.

El proyecto se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato (UTSOE), el cual consistió de varias etapas: investigación análisis, desarrollo e implementación. En la etapa de investigación se recabo información de las técnicas de manufactura esbelta existentes en libros, sitios de internet, revistas, artículos, etc. En la etapa de análisis se realizó una tabla comparativa con las características de cada técnica y su aportación al mantenimiento. En la etapa de desarrollo se diseñó la estructura del modelo de mantenimiento optimizado con la incorporación de las técnicas de manufactura esbelta. En la etapa de implementación se desarrollaron formatos optimizados que administran de forma conveniente las diferentes etapas de los procesos de cada tipo de mantenimiento. De esta manera, con este modelo se pretende aumentar la calidad del mantenimiento para satisfacer las necesidades de las empresas proporcionando una rápida solución a los problemas que enfrenta la industria aplicando metodologías más eficientes.

Mantenimiento, técnicas, manufactura esbelta

Citación: AVILÉS-FERRERA, José Josías, RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, Marcos, AMBRIZ-COLÍN, Fernando y GUERRERO-GONZÁLEZ, Ricardo. Modelo de Mantenimiento Empleando Técnicas de Manufactura Esbelta. Revista de Prototipos Tecnológicos. 2015, 1-1:59-78

Abstract

This project involves the development of a proposed maintenance model integrating different techniques of lean manufacturing to increase quality in the area of maintenance and same manufacturing.

The project was developed in the facilities of the Technological University of the Southwest of Guanajuato (UTSOE), which consisted of several stages: research analysis, development and implementation. In the investigation phase information of the existing lean manufacturing techniques in books, websites, magazines was collected, etc. In the analysis stage a comparative table with the characteristics of each technique and its contribution to the maintenance was performed. In the development stage the optimized model for a structure of maintenance by incorporating lean manufacturing techniques was designed. In the implementation stage optimized formats conveniently manage the different stages of the processes of each type of maintenance were developed. Finally some examples of preventive maintenance software and the way than this software optimize processes and preventive maintenance tasks are displayed. Thus, with this model it is to increase the quality of maintenance to satisfy the needs of companies.

Maintenance, thecniques, lean manufacturing

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jjavilesfe@utsoe.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Actualmente se tiene una mayor exigencia hacia las empresas por parte de sus clientes para que cumplan en el tiempo establecido la entrega de pedidos, el desarrollo e innovación de productos y el cumplimiento de calidad en estos.

Con la aplicación de un sistema que mejore los procesos y la administración de los elementos que intervienen en mantenimiento se podrán mejorar las actividades y eliminar aquellas que no generen valor. Esto llevara al cumplimiento de los objetivos y a la mejora de la productividad de la empresa.

La propuesta de un modelo de mantenimiento empleando técnicas de manufactura esbelta facilita la planificación, programación y control de la ejecución de las actividades de mantenimiento, buscando siempre una mejora continua. Este modelo incluye además el apoyo de un software, el cual ayuda en la organización y control de los recursos disponibles y prevé aquellos que serán usados.

La clave del modelo está en generar una nueva cultura tendente a encontrar la forma de aplicar mejoras en los procesos de mantenimiento registrando las actividades y haciendo una mejor planeación del mantenimiento preventivo con la colaboración de operarios, supervisores y todos aquellos que estén en contacto con los equipos (Brush y Cooper, 2012).

Manufactura esbelta

La manufactura esbelta es una metodología de trabajo simple, profunda y efectiva, enfocada a incrementar la eficiencia productiva en todos los procesos generando una mejora continua en tiempo y espacio, eliminando los desperdicios, administrando el inventario y eliminando defectos involucrando al trabajador.

Generando en él un sentido de pertenencia haciéndolo participe en la propuesta de ideas de cómo hacer las cosas mejor.

Antecedentes

La metodología de mejora en la eficiencia de manufacturas fue concebida en Japón por Taiichi Ohno, director y consultor de la empresa Toyota. Ingresado en 1937, Ohno observó que antes de la guerra, la productividad japonesa era muy inferior a la estadounidense. Después de la guerra, Ohno visitó Estados Unidos, donde estudió los principales pioneros de productividad y reducción de desperdicio del país como Frederick Taylor y Henry Ford.

Ohno encontró en ellos un ejemplo perfecto de su idea de manejar inventarios reducidos, eliminar pasos innecesarios, controlar las actividades primarias y dar control al que hace el trabajo como apoyo a la cadena de valor. La palabra japonesa “muda” significa “desperdicio” y se refiere en específico, a cualquier actividad humana que consume recursos y no crea valor (Internet, 2015).

El término Lean (esbelta) fue acuñado por un grupo de estudio del Massachusetts Institute of Technology para analizar en el nivel mundial los métodos de manufactura de las empresas de la industria automotriz. El estudio demuestra que la Manufactura Delgada (Lean) usa menos de cada cosa en la planta, menos esfuerzo humano, menos inversión en inventarios de materiales y herramientas, menos espacio y menos horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto (Womack, 1990).

La manufactura esbelta es la eliminación de todas aquellas actividades que absorben recursos pero no crean valor: defectos, sobreproducción, inventario inmovilizado, esperas, movimientos de traslado, entre otros.

El sistema de manufactura esbelta persigue incansablemente la eliminación total de las actividades que sólo agregan costo al producto o servicio y que las sobredimensionan o "engordan" de diversas maneras.

El pensamiento esbelto proporciona un método para crear valor a los procesos productivos; alinea las acciones productivas de acuerdo con una secuencia lógica y óptima; lleva a cabo las actividades productivas de manera ininterrumpida; siempre busca la mejora continua de un proceso. La aplicación de técnicas y conceptos asociados a esta línea de pensamiento se denominan Técnicas Lean o Técnicas Esbeltas. Estas técnicas de mejoramiento permiten a las organizaciones eliminar paulatinamente sus "mudas" o despilfarros de una manera sencilla y con ello conseguir importantes beneficios a nivel de plazos de entrega, inventarios, productividad, uso de superficies y espacios, calidad de producto, mermas, mantenimiento, etc., (Internet, 2015).

Los principios clave de manufactura esbelta son:

- Calidad perfecta a la primera: Búsqueda de cero defectos, y detección y solución de los problemas en su origen.
- Minimización del despilfarro: Eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y redes de seguridad, optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio).
- Mejora continua: Reducción de costos, mejora de la calidad, aumento de la productividad y compartir la información.

- Procesos "pull": Los productos son tirados por el cliente final, no empujados por el final de la producción.

En resumen se trata de obtener las cosas correctas en el lugar correcto, en el momento correcto, en la cantidad correcta, minimizando el despilfarro, siendo flexible y estando abierto al cambio.

¿Por qué adoptar la manufactura esbelta?

- Consideran los expertos que las empresas que no la incorporen no les será posible subsistir.
- La globalización ha causado una mayor competitividad en todas las actividades.
- La industria reduce constantemente márgenes de utilidad para poder permanecer en el mercado.
- Cada pequeño ahorro contribuye a mejorar la economía de la organización.
- Hay que hacer el mejor uso de todos los recursos.
- El recurso humano es el más esencial de todos.

Método de las 5 S

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo limpias, organizadas y seguras. Se trata de mejorar la calidad de vida en el trabajo. Las 5S provienen de términos japoneses Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke, los cuales se complementan entre sí como se muestra en la figura 1.

Las 5S son un método de gestión japonesa originado en los años 1960 en Toyota, esta técnica es denominada de esta manera gracias a la primera letra en japonés de cada una de sus cinco fases, lo podemos observar en la figura 3. Esta metodología pretende reducir los costos por pérdidas de tiempo y energía, mejorar la calidad de la producción, minimizar los riesgos de accidentes, incrementar la seguridad industrial y mejorar las condiciones de trabajo al igual que elevar la moral del personal (McGraw, 2001).



Figura 1 5 S.

Términos de las 5s.

1. Significado: Seiri (japonés) / Clasificar (español)
 Definición: Separar innecesarios
 Pretende: Eliminar lo innecesario en el espacio de trabajo
2. Significado: Seiton (japonés) / Ordenar (español)
 Definición: Situar necesarios
 Pretende: Organizar adecuadamente los elementos a usar en el espacio de trabajo
3. Significado: Seisō (japonés) / Limpiar (español)
 Definición: Eliminar suciedad
 Pretende: Un lugar limpio no es el que más se limpia sino el que menos se ensucia

4. Significado: Seiketsu (japonés) / Estandarizar (español)

Definición: Señalizar anomalías

Pretende: Detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles

5. Significado: Shitsuke (japonés) / Entrenamiento y autodisciplina (español)

Definición: Mejorar continuamente

Pretende: Trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

Herramienta Kanban

El término japonés Kanban significa “Tarjeta de señal”, permite implantar una forma de administración visual a través de señales diversas tales como cuadros, tarjetas, luces de colores, contenedores de colores, líneas de nivel en paredes, etc., fácilmente observables por los operadores y movedores de materiales en la planta, que al mismo tiempo les indican las acciones por tomar sin consultar a su supervisor, con objeto de eliminar las transacciones, el papeleo y reducir los inventarios en proceso (Work In Process o WIP), (Lu, 1989).

El Kanban proporciona una señal como información para producir y recoger, transportar productos; evita producir en exceso sólo por ocupar los equipos; sirve como orden de trabajo para los operadores; evita que se avancen productos defectuosos al siguiente nivel de ensamble; revela la existencia de problemas y sirve como control de los inventarios (Ohno, 1998).

Se utilizan localidades o cuadros Kanban entre operaciones de las celdas de manufactura o entre celdas de manufactura o procesos, para regular la diferencia en velocidad de producción entre ellos y de esta forma tener un flujo de producción constante.

El proceso se inicia con el pedido del cliente, con el cual se preparan los herramientas y materiales, generando una tarjeta Kanban al almacén de producto terminado, quien si no tiene producto, genera a su vez otra tarjeta Kanban al operador de la última operación, para indicarle que tiene autorización para producir la cantidad indicada y no más. Si el último operador requiere materiales de procesos anteriores, puede utilizar otra tarjeta Kanban de movimiento de materiales para “jalarlos”, dejando la tarjeta Kanban de producción al proceso anterior, y así sucesivamente hasta los proveedores, quienes sólo surten materiales si cuentan con una tarjeta Kanban (Lu, 1989).

Indicador Visual (Andon)

Término japonés para alarma, indicador visual o señal, utilizado para mostrar el estado de producción, utiliza señales de audio y visuales. Es un despliegue de luces o señales luminosas en un tablero que indican las condiciones de trabajo en el piso de producción dentro del área de trabajo, el color indica el tipo de problema o condiciones de trabajo. Andon significa ¡AYUDA!

Para entender los sistemas Andon, hay que remontarse un poco hacia los años 70, cuando los Andon nacieron en Japón. El término se fue acuñando con el tiempo como un sinónimo de sistemas para disminución de Tiempos Muertos.

La idea es simple: Alertar al personal correspondiente de los problemas que había en producción mediante sistemas de Focos y Tableros de luces y sonidos para que el problema quede expuesto a toda la planta productiva y se tomen acciones de inmediato: Problemas de calidad, de mantenimiento, de producción, de logística y hasta problemas de Seguridad.

El Andon puede consistir en una serie de lámparas en cada proceso o un tablero de las lámparas que cubren un área entera de la producción. Un Andon para una línea automatizada se puede interconectar con las máquinas para llamar la atención a la necesidad actual de las materias primas. Andon es una herramienta usada para construir calidad en nuestros procesos.

Si un problema ocurre, la tabla de Andon se iluminará para señalar al supervisor que la estación de trabajo está en problema. Una melodía se usa junto con la tabla de Andon para proporcionar un signo audible para ayudar al supervisor a comprender hay un problema en su área. Una vez el supervisor evalúa la situación, él o ella puede tomar pasos apropiados para corregir el problema.

El Andon se centra en que el operador es un ser pensante y capaz de tomar decisiones. Los colores usados son:

- Rojo: Máquina descompuesta
- Azul: Pieza defectuosa
- Blanco: Fin de lote de producción
- Amarillo: Esperando por cambio de modelo
- Verde: Falta de Material
- No luz: Sistema operando normalmente

Método de cambios rápidos (SMED)

Este método se usa para reducir los tiempos de cambio de modelo en las máquinas o líneas de producción. El método fue desarrollado por Shigeo Shingo y lo denominó “Cambio de dados en menos de diez minutos” o “Single Minute Exchange of Die” (SMED), cuyo objetivo es hacer efectivamente los cambios de herramientas en menos de 10 minutos (Shingo, 1985), (McGraw, 2001).

En el caso de las máquinas se trata de preparar y ajustar los herramientas por fuera mientras la máquina continúa trabajando (preparación externa) y hacer parar la máquina para hacer los cambios en el menor tiempo posible (preparación interna). Para convertir la mayoría de las operaciones internas en externas es necesario que un equipo de trabajo filme y analice las operaciones actuales para su optimización (Shingo, 1985).

Algunos de los beneficios que aporta el SMED son:

- Reducir el tiempo de preparación y pasarlo a tiempo productivo.
- Reducir el tamaño del inventario.
- Reducir el tamaño de los lotes de producción.
- Producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción.

Esta herramienta no solo disminuye el tiempo en las empresas, sino que también aporta ventajas competitivas para la empresa, ya que no solo existe una reducción de costos, sino que aumenta la flexibilidad o capacidad de adaptarse a los cambios en la demanda. Al permitir la reducción en el tamaño de lote colabora en la calidad ya que al no existir stocks innecesarios no se pueden ocultar los problemas de fabricación.

Justo a Tiempo

Justo a Tiempo es una filosofía industrial que consiste en la reducción de desperdicio (actividades que no agregan valor) es decir todo lo que implique sub-utilización en un sistema desde compras hasta producción.

Existen muchas formas de reducir el desperdicio, pero el Justo a Tiempo se apoya en el control físico del material para ubicar el desperdicio y finalmente, forzar su eliminación.

La idea básica del Justo a Tiempo es producir un artículo en el momento que es requerido para que este sea vendido o utilizado por la siguiente estación de trabajo en un proceso de manufactura. Dentro de la línea de producción se controlan en forma estricta no sólo los niveles totales de inventario, sino también el nivel de inventario entre las células de trabajo. La producción dentro de la célula, así como la entrega de material a la misma, se ven impulsadas sólo cuando un stock (inventario) se encuentra debajo de cierto límite como resultado de su consumo en la operación subsecuente. Además, el material no se puede entregar a la línea de producción o la célula de trabajo a menos que se deje en la línea una cantidad igual (Internet, 2015).

La figura 2 muestra un diagrama con una secuencia de actividades el cual incorpora los elementos de la organización para satisfacer una actividad y cumplir los objetivos en el tiempo establecido.

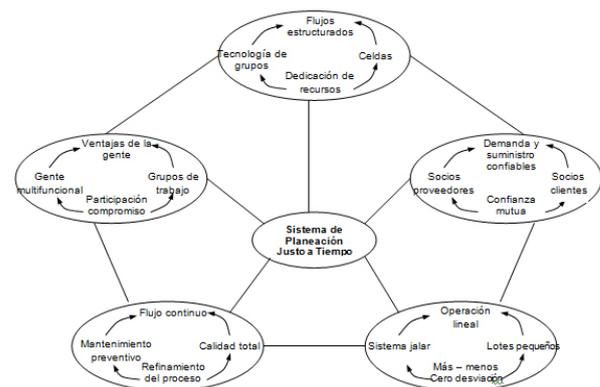


Figura 2 Sistema de planeación justo a tiempo

Kaizen

La palabra kaizen significa "mejoramiento continuo" y es una estrategia o metodología de calidad y gestión en las industrias tanto a nivel individual como colectivo. Esta metodología permite mantener y mejorar el estándar de trabajo mediante mejoras pequeñas y graduales. Esta metodología se originó en Japón en la línea del modelo de gestión Lean Manufacturing de Toyota. La técnica kaizen comprende diferentes factores (McGraw, 2001):

- Orientación y apoyo a los clientes.
- Control total de la calidad/ 6 Sigma
- Robótica
- Círculos de calidad
- Sistemas de sugerencias
- Automatización
- Disciplina en el lugar de trabajo
- T.P.M
- Kanban
- Mejoramiento de la calidad
- Justo a tiempo (J.I.T)
- Cero defectos
- Actividades en pequeños grupos de trabajo.
- Labor cooperativa y manejo de las relaciones
- Mejoramiento de la productividad
- Desarrollo de nuevos productos

Características de KAIZEN en sus métodos y disciplinas

- Requiere evaluación permanente y constante
- Requiere disciplina
- Enfatiza en el uso documentario
- Requiere estandarización
- Requiere la mejor solución
- Requiere el uso de tiempo administrativo
- Ayuda a la visualización del trabajo en grupo.

La actividad del círculo de KAIZEN (Kaizen Circle Activity)

La actividad del círculo Kaizen KCA es quizá la mejor actividad de involucramiento con grandes beneficios cuando (véase la figura 3):

- a) Refuerza la actividad de los miembros de equipo hacia: Trabajar como parte de un grupo de equipo, dirección, logística y resolución de problemas del equipo.
- b) Crea confianza entre los miembros del equipo cuando éstos se sienten que han contribuido al éxito de la compañía y listos para el próximo reto.
- c) Ataca los problemas críticos como si fueran "cientos de manos" disponibles.

Para la exitosa conclusión de los círculos de calidad, los miembros del equipo deben de ser entrenados en:

- a) Habilidades administrativas: Mantener la junta de los equipos, como hacer asignaciones, realizar actas de las juntas, preparación de presentaciones y demás.

- b) Lluvia de ideas: Cómo generar ideas que involucren a los miembros del equipo.
- c) Solución de problemas.
- d) Habilidad de presentaciones: Mostrar resultados a los gerentes.

KCA requiere de un departamento de control que lo promueva y administre. Las principales tareas administrativas son:

- a) Crear formas estándar para el apoyo de los círculos
- b) Registrar nuevos círculos
- c) Registrar los resultados de cada círculo
- d) Reportar los resultados macro y sus tendencias
- e) Capacitación.

Promover la actividad de KCA a través de:

- a) Tableros de reportes en áreas de producción y otras áreas de gran movimiento de gente, tales como las entradas a planta(s).

Los tableros deben de describir procesos y objetivos de KCA y celebrar los éxitos de los círculos.

- b) Competencias y reconocimientos en categorías tales como productividad, seguridad social, costos y temas ambientales.

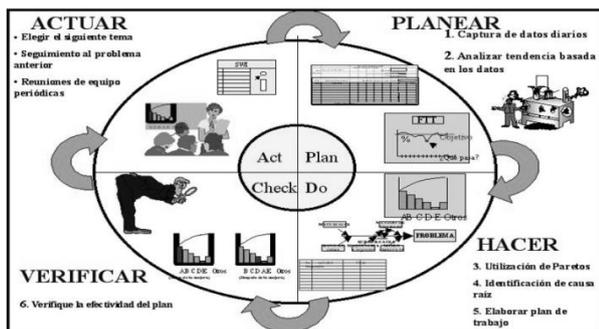


Figura 3 Círculo de Kaizen

Método Kaizen Blitz

Este método se utiliza para hallar una solución rápida a problemas que se presentan en las plantas de manufactura a través de un equipo de acción rápida, el término Blitz se refiere a un ataque rápido de problemas, normalmente se trata de problemas sencillos de solucionar, pero que afectan de manera importante a la producción, como primer paso se integran equipos de acción rápida denominados Kaizen Blitz incluyendo a trabajadores, supervisor, mecánicos, inspector, etc. El objetivo es aprovechar la larga experiencia de los operadores para que identifiquen el problema, sus causas, aporten ideas, sugerencias y participen en la implantación de las soluciones.

El ciclo de mejora Kaizen se forma de cuatro pasos: persuadir al personal a participar; motivarlos a hacer propuestas y generar ideas; revisión, evaluación y guía; reconocimiento y recomendaciones (Grazier, 1992).

La solución de problemas con equipos Kaizen Blitz debe tomar entre uno y cinco días como máximo, reconociendo al equipo de manera adecuada al final de cada solución implantada. Para problemas crónicos que llevan un largo periodo presentándose, es mejor que sean abordados por la modalidad de equipos de trabajo permanentes denominados círculos de control de calidad que pueden tardar entre tres meses y un año para la solución de problemas, donde la urgencia de solución no es importante, más bien el objetivo es la mejora continua.

Estandarización

Una definición precisa de lo que significa la estandarización, que contemple todos los aspectos de la filosofía lean, es la siguiente:

“Los estándares son descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas y definir técnicas más eficaces y fiables de una fábrica, además nos proveen de los conocimientos precisos sobre personas máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente”.

Partiendo de las condiciones corrientes, primero se define un estándar del modo de hacer las cosas; a continuación se mejora, se verifica el efecto de la mejora y se estandariza de nuevo un método que ha demostrado su eficacia. La mejora continua es la repetición de este ciclo. En este punto reside una de las claves del pensamiento Lean: “Un estándar se crea para mejorarlo”.

Jidoka

Jidoka es un término japonés, que significa automatización con un toque humano o autonomación. Esta palabra, que no debe confundirse con automatización, define el sistema de control autónomo propuesto por el sistema de manufactura esbelta. Bajo la perspectiva esbelta el objetivo radica en que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad, de forma que, si existe una anomalía durante el proceso, este se detendrá, ya sea automática o manualmente por el operario, impidiendo que las piezas defectuosas avancen en el proceso.

Con este sistema máquinas y operarios se convierten en un inspector de calidad. No hay distinción entre empleados de la línea (que fabrican los artículos) e inspectores de calidad (que comprueban la bondad de la fabricación). Las fases de inspección, si son necesarias, se realizan dentro de la misma línea y cada operario garantiza la calidad de su trabajo.

Mantenimiento

Podemos definir el mantenimiento como la segunda rama de la conservación y se refiere a los trabajos necesarios, con el objeto de proporcionar un servicio de calidad estipulada.

El mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada. Cualquier clase de trabajo que se haga en sistemas, subsistemas, equipos, máquinas, etc., para que éstos continúen o regresen a proporcionar el servicio en calidad esperada, es trabajo de mantenimiento, pues está ejecutado con ese fin. El mantenimiento se puede dividir en varios tipos como se muestra a continuación.

Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de acciones que se desarrollan cuando ha ocurrido algún desperfecto o daño material en las instalaciones (máquinas, equipos, instalaciones, etc.) y han dejado de ofrecer la calidad o la función necesaria. Por lo general, cuando se realiza este mantenimiento el proceso de fabricación está parado, por tanto la producción disminuye y los costes aumentan. Es muy impredecible conocer el tiempo de reparación así como el gasto que deriva de la avería ya que se presenta de forma imprevista originando trastornos en la línea.

Se puede generar mantenimiento correctivo contingente o programable. El primero se refiere a las actividades que hay que hacer en forma inmediata, debido a que algún equipo que estaba proporcionando servicio vital ha dejado de hacerlo por cualquier causa y tenemos que actuar en forma emergente y en el mejor de los casos bajo un plan contingente. Mientras que el segundo se refiere a las actividades a desarrollar en los equipos o máquinas que estaban proporcionando un servicio trivial y este aunque necesario es mejor programar su atención por cuestiones económicas.

De esta forma pueden compaginarse éstos trabajos con el resto de los programas de mantenimiento o preservación. La figura 4 muestra la aplicación del mantenimiento correctivo y como es su proceso de fallas con respecto al tiempo.

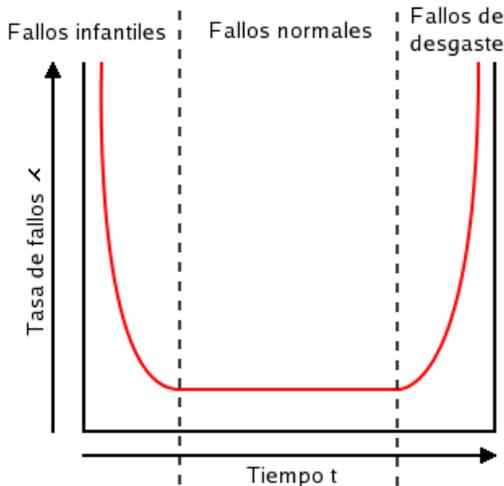


Figura 4 Gráfica de mantenimiento correctivo

Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Presenta las siguientes características (Internet, 2015):

Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.

Se lleva a cabo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios.

Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.

Está destinado a un área en particular a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.

Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.

Permite contar un presupuesto aprobado por la directiva.

Esto se representa con la figura 5 en comparación con el mantenimiento correctivo y como la aplicación de este produce un cambio en las fallas de cualquier equipo.

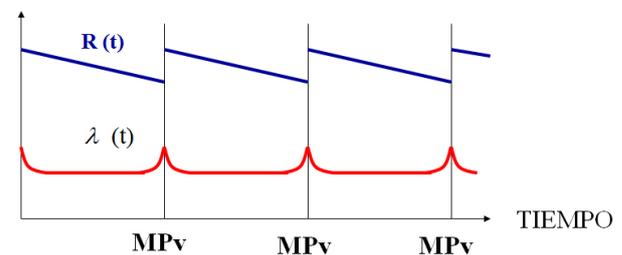


Figura 5 Gráfica de mantenimiento preventivo

Mantenimiento Predictivo

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo.

Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos (Aguilera, 2011).

El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción.

Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo (Internet, 2015):

Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones)

Endoscopia (para poder ver lugares ocultos)

Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnetitas, etc.)

Termovisión (detección de condiciones a través de calor desplegado).

Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.).

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El TPM es una filosofía de vida que se implementó originalmente en las empresas japonesas para afrontar la recesión económica que se estaba desarrollando en la década de los 70 y la competencia que se avecinaba de occidente. El TPM busca agrupar a toda la cadena productiva con miras a cumplir objetivos específicos y cuantificables.

Uno de los objetivos que se busca cumplir en el TPM es la reducción de las pérdidas. En TPM se destacan seis grandes pérdidas: Pérdida por avería en los equipos, pérdida debidas a preparaciones, pérdidas provocadas por tiempo de ciclo vacío y paradas cortas, perdidas por funcionamiento a velocidad reducida, pérdidas por defecto de calidad, recuperaciones y reprocesado, pérdidas en funcionamiento por puesta en marcha del equipo. El TPM busca integrar a todas las áreas de la empresa desde el nivel más bajo hasta la gerencia o ramas administrativas. El TPM involucrando a los niveles más bajos de la cadena productiva, busca que estos se den cuenta cuán importante es el proceso y cómo sus esfuerzos llevan al cumplimiento de las metas, asignándoles responsabilidades para lograr la obtención de las metas establecidas. Para poder llevar acabo aplicación del TPM se toman en cuenta 8 puntos clave también llamados pilares como se muestra en la figura 6.



Figura 6 Los pilares del TPM

El Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) desarrolló un método en siete pasos cuyo objetivo es lograr el cambio de actitud indispensable para el éxito del programa. Los pasos para desarrollar es cambio de actitud son los siguientes:

Fase 1. Aseo inicial

En esta fase se busca limpiar la máquina de polvo y suciedad, a fin de dejar todas sus partes perfectamente visibles. Se implementa además un programa de lubricación, se ajustan sus componentes y se realiza una puesta a punto del equipo (se reparan todos los defectos conocidos).

Fase 2. Medidas para descubrir las causas de la suciedad, el polvo y las fallas.

Una vez limpia la máquina es indispensable que no vuelva a ensuciarse y a caer en el mismo estado. Se deben evitar las causas de la suciedad, el polvo y el funcionamiento irregular (fugas de aceite, por ejemplo), se mejora el acceso a los lugares difíciles de limpiar y de lubricar y se busca reducir el tiempo que se necesita para estas dos funciones básicas (limpiar y lubricar).

Fase 3. Preparación de procedimientos de limpieza y lubricación.

En esta fase aparecen de nuevo las dos funciones de mantenimiento primario o de primer nivel asignadas al personal de producción: Se preparan en esta fase procedimientos estándar con el objeto que las actividades de limpieza, lubricación y ajustes menores de los componentes se puedan realizar en tiempos cortos.

Fase 4. Inspecciones generales.

Conseguido que el personal se responsabilice de la limpieza, la lubricación y los ajustes menores, se entrena al personal de producción para que pueda inspeccionar y chequear el equipo en busca de fallos menores y fallos en fase de gestación, y por supuesto, solucionarlos.

Fase 5. Inspecciones autónomas.

En esta quinta fase se preparan las gamas de mantenimiento autónomo, o mantenimiento operativo.

Se preparan listas de chequeo (check list) de las máquinas realizadas por los propios operarios, y se ponen en práctica. Es en esta fase donde se produce la verdadera implantación del mantenimiento preventivo periódico realizado por el personal que opera la máquina.

Fase 6. Orden y Armonía en la distribución.

La estandarización y el procedimiento de actividades es una de las esencias de la Gestión de la Calidad Total (Total Quality Management, TQM), que es la filosofía que inspira tanto el TPM como el JIT. Se busca crear procedimientos y estándares para la limpieza, la inspección, la lubricación, el mantenimiento de registros en los que se reflejarán todas las actividades de mantenimiento y producción, la gestión de la herramienta y del repuesto, etc.

Fase 7. Optimización y autonomía en la actividad.

La última fase tiene como objetivo desarrollar una cultura hacia la mejora continua en toda la empresa: se registra sistemáticamente el tiempo entre fallos, se analizan éstos y se proponen soluciones. Y todo ello, promovido y liderado por el propio equipo de producción (Internet, 2015).

RCM

RCM (Reliability Centred Maintenance - Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o Confiabilidad) es una metodología utilizada para determinar sistemáticamente, que debe hacerse para asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo requerido por el usuario en el contexto operacional presente. Un aspecto clave de la metodología RCM es reconocer que el mantenimiento asegura que un activo continúe cumpliendo su misión de forma eficiente en el contexto operacional.

La definición de este concepto se refiere a cuando el valor del estándar de funcionamiento deseado sea igual, o se encuentre dentro de los límites del estándar de ejecución asociado a su capacidad inherente (de diseño) o a su confiabilidad inherente (de diseño).

Es una filosofía de gestión del mantenimiento, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo, se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definido, estableciendo las actividades más efectivas de mantenimiento en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema.

RCM, se llama Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, porque reconoce que el mantenimiento no puede hacer más que asegurar que los elementos físicos continúen consiguiendo su capacidad incorporada o confiabilidad inherente.

Un plan de mantenimiento definido por RCM es una herramienta importante para lograr el objetivo de muchas empresas, que quieren una apropiada disponibilidad y un adecuado gasto, que garantice el nivel apropiado de mantenimiento programado, el uso racional de materiales consumibles y el mínimo empleo de materiales nocivos.

Seis-Sigma

El término sigma; es una letra griega que simboliza la desviación estándar, se utiliza en estadística aplicada a la producción como un indicador de la dispersión o variabilidad esperada de los productos o componentes producidos en un proceso. Entre mayor sea su valor, indicará que hay una variación mayor entre productos o componentes producidos en el proceso y viceversa.

Fue desarrollada por Motorola en la década de los años 1980.

El ingeniero Bill Smith estudió y reportó que si un producto fallaba durante la producción y se reparaba, otros defectos quedaban ocultos y se presentaban cuando el cliente usaba el producto, ocasionando quejas y reclamaciones. Por otra parte, si el producto no fallaba durante la producción, tampoco fallaba con el cliente. Éste fue el fundamento básico que motivó el desarrollo de procesos muy capaces que no generaban productos defectuosos, con ayuda de métodos estadísticos desarrollados desde la década de los años 1920 y otros métodos especiales conformados en una metodología denominada Six Sigma (Internet, 2015).

Una oportunidad está representada por la inspección de alguna característica del producto, tal como una dimensión o una cualidad que pudiera ser encontrada fuera de especificaciones y representar un defecto o error. Se puede clasificar la eficiencia de un proceso con base en su nivel de sigma:

- 1 sigma= 690,000 DPMO = 31% de eficiencia
- 2 sigma= 308,538 DPMO = 69% de eficiencia
- 3 sigma= 66,807 DPMO = 93,3% de eficiencia
- 4 sigma= 6,210 DPMO = 99,38% de eficiencia
- 5 sigma= 233 DPMO = 99,977% de eficiencia
- 6 sigma= 3.4 DPMO = 99,99966% de eficiencia

Análisis de los conceptos de manufactura esbelta

Para poder establecer un concepto claro de las técnicas de manufactura esbelta primero se realizó una investigación en distintas fuentes de información y se determinó las aportaciones y beneficios que han traído a la industria especialmente en Japón ya que actualmente muchas empresas están adoptando estas filosofías por sus resultados positivos.

Cada una de las técnicas ha sido desarrollada para mejorar la producción con el objetivo de garantizar calidad, ahora se pretende adaptar estas técnicas al proceso de mantenimiento buscando obtener beneficios tales como:

- La creación de nuevas y mejores metodologías.
- Una mejor organización de los recursos (equipos, herramientas, personal, repuestos, refacciones, etc.)
- Eliminar las mudas (todo lo que no genere valor) del proceso de mantenimiento.
- Eliminar y predecir fallas en los equipos.
- Mejorar el tiempo de respuesta.
- Fomentar el trabajo en equipo.
- Obtener lo que se necesita en el tiempo establecido.
- Estandarizar los procesos y buscar la mejora continua.

Por esta razón se hace un análisis de cómo estas técnicas pueden influir en el área de mantenimiento, aportando beneficios y calidad a la producción, generando ganancias a toda la empresa.

Definición de las técnicas de manufactura esbelta empleadas en mantenimiento

A continuación se describen las técnicas de manufactura esbelta aplicadas solo en el área de mantenimiento, definiendo las ventajas y alcances, lo cual permite el desarrollo de nuevas metodologías que contribuyen en el alcance de los objetivos y permitirá aumentar la calidad de mantenimiento.

Metodología 5'S

Con la aplicación de las 5'S se podrán clasificar todos los elementos que intervienen en mantenimiento desde las máquinas y equipos hasta el personal incluyendo los recursos necesarios (herramientas, refacciones, consumibles, equipos de medición etc.) esto permitirá eliminar las mudas (todo lo que no genera valor) lo que permitirá tener un lugar de trabajo más eficiente.

Esta técnica establece las bases para ordenar cada uno de los elementos involucrados y disponer de ellos de una forma adecuada además sugiere que se realice una limpieza constante del área de trabajo para realizar las actividades con mayor seguridad y las posibles fallas se hagan visibles.

Todos estos factores contribuyen a desarrollar nuevas metodologías según los alcances de la empresa de tal forma que si una metodología da buenos resultados la técnica sugiere estandarizar el proceso, estableciendo una forma de hacer las cosas.

Por último, tener disciplina de todos los involucrados permitirá llevar a cabo las acciones establecidas de manera constante obteniendo los resultados esperados.

Técnica Kaizen Blitz

Esta técnica propone reunir e involucrar al personal que está relacionado con los diferentes equipos como son: operadores, mecánicos, supervisores o aquellos que realizan alguna actividad, el objetivo es, que cada uno de ellos comparta ideas, experiencias y soluciones para enfrentar las fallas, esto permitirá hacer una recopilación de las ideas y propuestas del personal para determinar las acciones a tomar cuando exista algún problema. De tal manera que las medidas de prevención generen un mejor ambiente de trabajo.

Todo esto permite crear grupos de trabajo los cuales incorporan los procesos, equipos, personal y herramientas como se muestra en la figura 7. Partiendo desde una buena organización, el kaizen blitz se centran en la calidad de cada uno de estos para llevar a cabo un proceso fiable con buenos resultados.

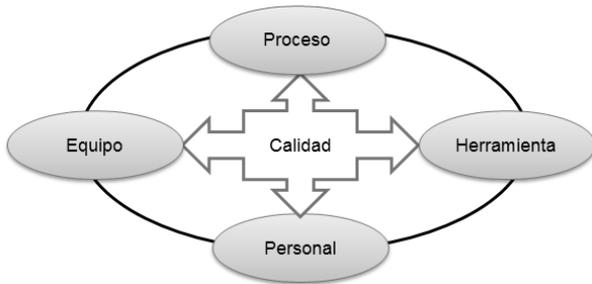


Figura 7 Círculo de trabajo de la técnica Kaizen Blitz

Técnica Jidoka

En el área de mantenimiento esta técnica pretende crear una relación entre las máquinas y operarios haciéndolos inspectores de calidad, con esto se promueve el surgimiento de la autonomación que define el sistema de control autónomo. De esta manera se crea una nueva definición del personal con relación a las actividades enfocadas a los equipos y crea un nuevo nivel de jerarquía.

Esto proporciona un mejor control de las actividades y un personal calificado en la toma de decisiones de esta manera se podrá obtener un mejor tiempo de respuesta, evitando los tiempos muertos, aprovechando los recursos disponibles y contribuyendo con la calidad y desempeño de las actividades.

De esta manera el operador podrá realizar algunas tareas de mantenimiento y si no está capacitado para esto sabrá que es lo que debe hacer, sus decisiones contribuyen a garantizar el funcionamiento de los equipos, prevenir fallas y agilizar el tiempo de respuesta del personal calificado.

Técnica Andon

Para establecer esta técnica en el área de mantenimiento, se sugiere usar un sistema de colores que indican una alarma cuando se requiere aplicar un mantenimiento. Una forma visible de plasmar esto es en una gráfica, la cual depende de las actividades respecto al tiempo, como se describe en el siguiente ejemplo.

Una máquina es sometida a 16hrs de trabajo continuo. Cuando dicha máquina está en operación se aprecia un indicador de color verde, cada 4 meses se le da mantenimiento preventivo el cual es indicado por un color amarillo. Una temporada se genera una demanda mayor de producto lo que obliga que se retrase el mantenimiento preventivo. Tomando en cuenta los estándares de calidad de mantenimiento, la gráfica demuestra el retraso del mantenimiento preventivo con un color naranja con lo que además predice la posibilidad de que la máquina falle. Con el debido control y el reporte de actividades se podrá visualizar si hubo mantenimientos correctivos los que se indican con color rojo, como se muestra en la figura 8.

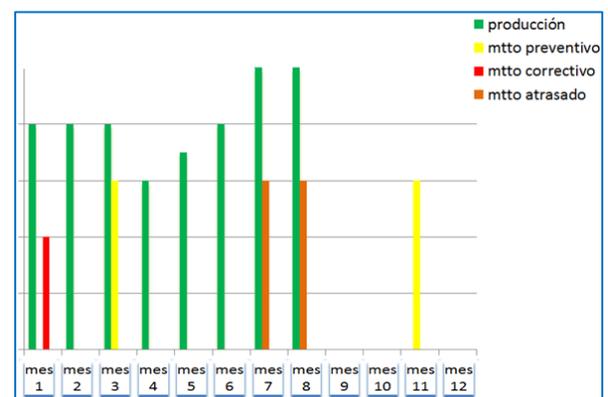


Figura 8 Indicador visual de mantenimiento preventivo

De esta manera serán visibles las actividades necesarias que requieren los equipos lo que permitirá agilizar el tiempo de respuesta y desempeñar las actividades que garanticen el buen funcionamiento de las máquinas aumentando la productividad.

Técnica Kanban

Esta técnica es aplicada usando tarjetas de señal con las que se podrá informar acerca de los recursos que serán necesarios cuando se tenga que ofrecer un servicio de mantenimiento ya sea preventivo o correctivo, estas señales deben ser apreciadas por aquellos que estén involucrados en la realización de las tareas como: almacén, técnicos, ingenieros, especialistas etc. con lo cual se podrá optimizar el tiempo.

Con el surgimiento de alguna tarea de mantenimiento, se genera una señal para aquellos que este involucrados un ejemplo de esto puede ser el mantenimiento preventivo de un equipo. Ya que se tiene la fecha establecida para realizar la actividad se genera una tarjeta de señal (puede ser una orden de trabajo), la cual debe llegar a los técnicos que realizaran el trabajo, con las especificaciones adecuadas, también llegara al personal de almacén para que pueda suministrar los recursos (herramientas, equipos de medición, repuestos, refacciones, etc.), a los operadores para que estén conscientes y tomen precauciones, facilitando el cumplimiento de la tarea.

Método de cambios rápidos SMED

Para visualizar mejor esta técnica se toma como ejemplo un mantenimiento preventivo como puede ser, la lubricación de un equipo. Cuando se hace dicha actividad esta técnica sugiere registrar como se hace y los recursos necesarios (personas, herramientas, tiempo, consumibles, etc.) de tal manera que se puedan quitar actividades para reducir el tiempo o añadir otras para complementar la metodología como pueden ser: limpieza, ajuste, checklist etc. con el fin de aumentar la calidad del mantenimiento y prevenir fallas.

Al registrar el método empleado se podrá determinar los pasos y actividades, eliminando aquellas que son innecesarias, además de esto será posible definir cuantas personas son necesarias, que herramientas se usaran y prevenir los repuestos todo con el fin saber con mayor exactitud el tiempo que demora la actividad.

Al implementar esta técnica será posible crear un estándar en las actividades además de conocer con certeza los recursos necesarios. Siempre se haciendo mejoras en las actividades para optimizar el proceso.

Justo a tiempo

El objetivo de esta técnica es cumplir con lo necesario en el tiempo justo, en mantenimiento esto ayudara a organizar las tareas para satisfacer las necesidades de la planta siempre buscando determinar el tiempo necesario de cada actividad y así cumplir con la planeación establecida.

La técnica se basa en una buena gestión con la cual se pretende eliminar las pérdidas ocasionadas por acciones innecesarias y siempre buscando la mejora continua. Para visualizar esto se toma como ejemplo el siguiente caso.

Se tiene programado el mantenimiento de un equipo el cual consiste en reemplazar una pieza. Se tiene contemplado que equipo tenga un paro de varios días y la pieza no está en almacén, a pesar de conocer todas las especificaciones y los proveedores dicha pieza tardara en llegar y estar disponible más de lo esperado. Por tal razón se hace una reorganización de las actividades siempre con el objetivo de que la maquina esté operando en el tiempo establecido.

TPM

Para el desarrollo de esta técnica es fundamental involucrar y fomentar el trabajo en equipo para mejorar la eficiencia, la calidad y la seguridad.

De esta manera el personal de mantenimiento siempre estará en busca de la eficiencia en los procesos y de cómo mejorar el desempeño de sus tareas.

Al hablar de trabajo en equipo se debe considerar la aportación de todo el personal para definir un buen proceso en el cumplimiento de las tareas, es decir, que no se reduzca al personal de mantenimiento ni a producción sino a todo aquel que pueda aportar ideas que ayuden en la gestión y organizar todos los tipos de mantenimiento de tal forma que se pueda precisar las acciones necesarias, elaborando una metodología que cumpla con los objetivos establecidos y garantizando el correcto funcionamiento de las máquinas y equipos para tener la producción esperada.

Uso de software para la gestión de mantenimiento.

El modelo de mantenimiento desarrollado se incorpora el uso de un software como el MP, el cual permite un mejor control de las actividades y una buena administración de los recursos.

Cabe mencionar que un software no es capaz de garantizar buenos resultados si no se usa adecuadamente, por tal razón se encuentra al margen ya que es fundamental la aplicación de buenas metodologías en las que pueda basarse, visto de otra manera, el software permitirá llevar a cabo una buena gestión del mantenimiento, solo si el personal está dispuesto a trabajar y entregar resultados según lo planeado, atender las fallas como se tenga previsto, capturar los datos de manera adecuada y actualizar cada una actividades programadas. Entre las ventajas que tiene el software se encuentran:

Ayudar a programar las actividades de mantenimiento además de llevar un registro de cada una de ellas lo que permitirá hacer grupos de trabajo para realizar las actividades y determinar exactamente las tareas del personal.

Permitirá llevar un inventario de las herramientas, equipos, consumibles, repuestos, refacciones, personal etc. los cuales son necesarios para cumplir las tareas de mantenimiento, esto permite saber si los recursos están disponibles para cumplir con el plan de actividades.

Se crea una base de datos de todos los recursos, de tal manera que estén disponibles para todo aquel que tenga autorización.

El registro de las actividades permitirá hacer un análisis de fallas con el objetivo de tomar las medidas necesarias para cumplir con los objetivos y tener confiabilidad en los procesos.

Modelo de mantenimiento propuesto empleando técnicas de manufactura esbelta

Después de definir los conceptos (técnicas de manufactura esbelta) y como intervienen en el mantenimiento se presenta un diagrama (figura 9) del modelo de mantenimiento propuesto señalando los factores que intervienen y el proceso que sigue con el cual se pretende mejorar los procesos y aumentar la calidad con el uso de metodologías más eficientes.

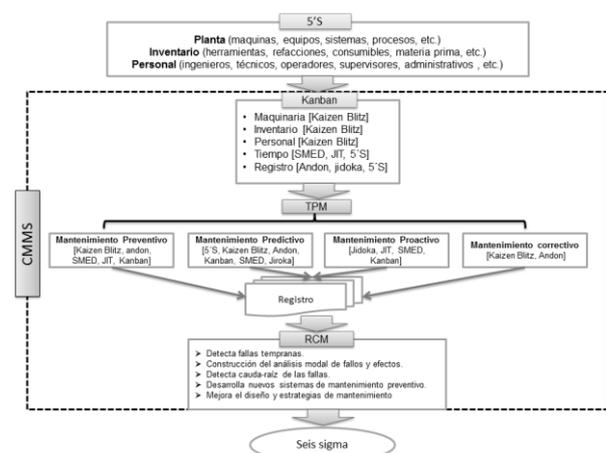


Figura 9 Modelo de mantenimiento usando técnicas de manufactura esbelta

Este diagrama muestra las técnicas de manufactura esbelta aplicadas en la administración de procesos y recursos de mantenimiento. El diagrama hace referencia a los puntos claves de mantenimiento y las técnicas que son aplicadas con el fin de aumentar la productividad de la empresa lo que contribuye a mejorar la calidad.

Después de analizar la aplicación y ventajas de cada una de las técnicas en el área de mantenimiento, se toman en cuenta diferentes campos de aplicación, es decir, una o varias técnicas pueden ser aplicadas para para obtener una metodología en puntos críticos de mantenimiento.

El modelo incorpora la filosofía RCM la cual se sustenta en el registro de los elementos y actividades que se llevan a cabo. El campo dentro del área punteada representa el alcance del software, con el cual se podrá llevar a cabo la gestión de los recursos involucrados. Por último se hace mención de la calidad, ya que es el objetivo principal de las metodologías.

El modelo de mantenimiento empleando técnicas de manufactura esbelta muestra a grandes rasgos la aplicación y utilidad de estas técnicas en el área de mantenimiento, cabe señalar que es una propuesta y este debe ser adaptado a las necesidades de la empresa. Para cumplir con los objetivos y metas planeadas.

Su aplicación se puede realizarse el factor que se desea mejorar, definiendo así las técnicas que mejor se adecuen para el logro de resultados.

Resultados

Con la investigación realizada fue posible definir las ventajas de las técnicas de manufactura esbelta conocer los grandes que a traído a toda la industria.

Con lo cual se establecieron las filosofías y alcances en el área de mantenimiento con el objetivo de mejorar los procesos y aumentar la calidad, eliminando aquellas actividades que no generan valor.

De esta forma se logró obtener un modelo de mantenimiento con la adaptación de técnicas de manufactura esbelta lo que plantea una metodología viable para el cumplimiento de los objetivos.

El modelo además integra el uso de un software para la administración y gestión del mantenimiento lo que permitirá estandarizar diversas actividades y definir la forma más correcta de hacer las cosas.

Este modelo intenta proyectar estas metodologías en el área de mantenimiento de cualquier empresa. Con la aplicación de estas técnicas se pretende alcanzar una mejor organización de los recursos para poder generar una mayor confiabilidad de los equipos, con el objetivo de obtener una productividad exitosa y alcanzar una calidad seis sigma.

Es importante señalar que el concepto esbelto, intenta generar una nueva cultura de la mejora basada en la comunicación y el trabajo en equipo. Busca continuamente nuevas formas de hacer las cosas de manera más ágil, flexible y económica. Su finalidad consiste en la combinación de distintos elementos, técnicas y aplicaciones surgidas por el estudio y análisis de las tareas que se realizan a los equipos de la planta.

Conclusiones

El proyecto, modelo de mantenimiento usando técnicas de manufactura esbelta, contribuye en gran importancia a la administración del mantenimiento y el uso de los recursos de la empresa.

La información recabada y analizada permitió un análisis de las mejoras posibles del área de mantenimiento, con esto se promueve la aplicación de metodologías que garanticen el cumplimiento de los objetivos establecidos por la empresa, la eliminación de recursos que no generan valor al proceso y el aumento de la calidad.

Este modelo contribuye a alcanzar una calidad seis sigma, que inicia desde la administración de los recursos hasta la aplicación de métodos para visualizar un proceso confiable de cómo hacer las cosas.

El uso de un software es un enorme recurso que actualmente se puede emplear sin embargo cabe mencionar, que solo es un apoyo, la forma de cumplir con los objetivos de la empresa recae en el personal, es por eso que se debe difundir y capacitar a los trabajadores en las metodologías y de esta manera conseguir una mejora constante.

Referencias

- Aguilera Nieves Antonio. (2011). Gestión del mantenimiento de instalaciones de energía eólica. Editorial Vértice. p. 79.
- Breyfogle III, Forrest W. (1999). Implementing Six Sigma. John Wiley & Sons, Inc. Nueva York. p.10.
- Grazier, Peter B. (1992). Japan Human Relations Association, Kaizen Teian 1. Productivity Press, EUA. Portland, Oregon, EUA. pp. 99-123.
- Harry, Mikel, Schroeder, Richard. (2000). Six Sigma. Doubleday – Random House. Nueva York. pp. 9-11.
- Hernandez Matiaz Juan C. y Vizán Idolpe Antonio. (2013). Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implantación. Madrid, España. p. 55.
- Lu, David J. (1989). Kanban: Just In Time at Toyota. Productivity Press. Portland, Oregon, EUA. p. 27.
- McGraw, Jim. (2001). “La mecánica de un alto en los pits”. Mecánica Popular, edición México 54-07, editorial Televisa, México, pp. 29.
- Nachi-Fujikoshi Corporation and Japan Institute of Plant Maintenance. (1990). Training for TPM: A Manufacturing Success Story. Productivity Press. Portland, Oregon, EUA. pp. 27 -31.
- Nakajima Seiichi. (1988). Introduction to TPM, Productivity Press. Cambridge, Massachusetts, EUA. pp. 1- 5.
- Ohno, Taiichi. (1998). Toyota Production System: Beyond Large Scale Production. Productivity Press. Portland, Oregon, EUA. pp. 27-32.
- Shingo, Shigeo. (1985). A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Productivity Press. Cambridge Massachusetts, EUA. p. xix.
- Womack, Jones and Roos. (1990). The Machine That Changed The World. Macmillan. Nueva York, EUA, pp. 1-13.
- Internet:<http://www.monografias.com/trabajo/s82/lean-manufacturing-manufactura-esbelta/lean-manufacturing-manufactura-esbelta2.shtml>
- Internet:<http://www.monografias.com/trabajo/s82/herramientas-lean-manufacturing/herramientas-lean-manufacturing.shtml#ixzz3VNQIm0An>
- Internet:<http://www.monografias.com/trabajo/s14/manufact-esbelta/manufact-esbelta.shtml#control#ixzz3X9NECC00>
- Internet:<http://www.monografias.com/trabajo/s14/manufact-esbelta/manufact-esbelta.shtml#justo#ixzz3XFFiLnq2>

Internet:<http://principiosdemantenimientousb.wikispaces.com/file/view/TEMA+PR%C3%81CTICO+DEL+MANTENIMIENTO+EN+EL+SECTOR+INDUSTRIAL.pdf>

Internet:http://www.sinais.es/Recursos/Cursos-ibraciones/intro/tipos_mantenimiento.html

Internet:<http://www.mpssoftware.com.mx/#>

Internet:http://es.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing

Internet:<http://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm.html>

Instrucciones para Autores

A. Envío de artículos con las áreas de análisis y la modelación de los problemas en Prototipos Tecnológicos

B. La edición del artículo debe cumplir las siguientes características:

- Redactados en español o en inglés (preferentemente). Sin embargo, es obligatorio presentar el título y el resumen en ambos idiomas, así como las palabras clave.

- Tipografía de texto en Times New Roman #12 (en títulos- Negritas) y con cursiva (subtítulos- Negritas) #12 (en texto) y # 9 (en citas al pie de página), justificado en formato Word. Con Márgenes Estándar y espaciado sencillo.

- Usar tipografía Calibre Math (en ecuaciones), con numeración subsecuente y alineación derecha: Ejemplo;

$$\sigma \in \sum: H\sigma = \cap_{(s < \sigma)} Hs \quad (1)$$

- Comenzar con una introducción que explique el tema y terminar con una sección de conclusiones.

- Los artículos son revisados por los miembros del Comité Editorial y por dos dictaminadores anónimos. El dictamen será inapelable en todos los casos. Una vez notificada la aceptación o rechazo de un trabajo, su aceptación final estará condicionada al cumplimiento de las modificaciones de estilo, forma y contenido que el editor haya comunicado a los autores. Los autores son responsables del contenido del trabajo y el correcto uso de las referencias que en ellos se citen. La revista se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los textos a nuestra política editorial.

C. Los artículos pueden ser elaborados por cuenta propia o patrocinados por instituciones educativas ó empresariales. El proceso de evaluación del manuscrito no comprenderá más de veinte días hábiles a partir de la fecha de su recepción.

D. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de selección sea anónimo.

E. Los cuadros, gráficos y figuras de apoyo deberán cumplir lo siguiente:

- Deberán explicarse por sí mismos (sin necesidad de recurrir al texto para su comprensión), sin incluir abreviaturas, indicando claramente el título y fuente de consulta con referencia abajo con alineación izquierda en tipografía número 9 con negritas.

- Todo el material de apoyo será en escala de grises y con tamaño máximo de 8cm de anchura por 23cm de altura o menos dimensión, además de contener todo el contenido editable

- Las tablas deberán ser simples y exponer información relevante. Prototipo;

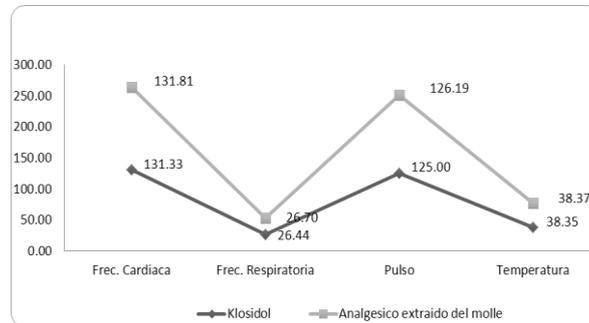


Gráfico 1 Relación de valores y porcentajes post-quirúrgicos entre medicamentos

F. Las referencias bibliográficas se incorporarán al final del documento con estilo APA.

La lista de referencias bibliográficas debe corresponder con las citas en el documento.

G. Las notas a pie de página, que deberán ser usadas sólo excepcionalmente para proveer información esencial.

H. Una vez aceptado el artículo en su versión final, la revista enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN-Spain únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del artículo. El autor tendrá un plazo máximo de 10 días naturales para dicha revisión. De otra forma, se considera que el (los) autor(es) está(n) de acuerdo con las modificaciones hechas.

I. Anexar los Formatos de Originalidad y Autorización, con identificación del Artículo, autor (es) y firma autógrafa, de esta manera se entiende que dicho artículo no está postulado para publicación simultáneamente en otras revistas u órganos editoriales.

Formato de Originalidad



España a ____ de ____ del 20 ____

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables por lo que deberán firmar los autores antes de iniciar el proceso de revisión por pares con la reivindicación de ORIGINALIDAD de la siguiente Obra.

Artículo (Article):

Firma (Signature):

Nombre (Name)

Formato de Autorización



España a ____ de ____ del 20 ____

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables. En caso de ser aceptado para su publicación, autorizo a ECORFAN-Spain difundir mi trabajo en las redes electrónicas, reimpresiones, colecciones de artículos, antologías y cualquier otro medio utilizado por él para alcanzar un mayor auditorio.

I understand and accept that the results of evaluation are inappealable. If my article is accepted for publication, I authorize ECORFAN-Spain to reproduce it in electronic data bases, reprints, anthologies or any other media in order to reach a wider audience.

Artículo (Article):

Firma (Signature)

Nombre (Name)

Revista de Prototipos Tecnológicos

Análisis de vivienda tipo. Caso Saltillo, Coahuila

MOLAR-OROZCO, María Eugenia y VELÁZQUEZ-LOZANO, Jesús

Desarrollo de un sistema de realidad virtual asistido por dispositivos hápticos para la enseñanza-aprendizaje del sistema Braille

MEDELLIN-CASTILLO, Hugo Iván, GALLEGOS-NIETO, Enrique, ESPINOSA-CASTAÑEDA, Raquel, RODRÍGUEZ-OBREGÓN, Diomar

Percepción de la Protección Civil (PC) en una Institución de Educación Superior, Validación del instrumento para la medición

CANO, Adolfo, OSORIO-SANCHEZ, Mucio, FORNES-RIVERA, Rene Daniel, LOYA-MATA, Yeudiel

Caracterización de una grúa viajera

FERRER, Miguel, ALMARAZ, Ángel, REYNALDO-LEDESMA, Jaime, RAMOS-LAZARO, Gabriela, y GUANDULAY-ALCANZAR, Miguel Ángel

Determinación de la caída de presión y el diámetro de tubería en un sistema de refrigeración por compresión de vapor

AGUILAR-MORENO, Antonio Alberto, PÉREZ-GARCÍA, Vicente, RODRÍGUEZ-MUÑOZ, José Luis y DUARTE-CABRERA, Gerardo Daniel

Aplicación de colorante color rosa mexicano con fijador en dos fibras y temperaturas diferentes

NÚÑEZ, Marcela, ROMO, Johanán

Azotea verde para la estabilización de la temperatura en aulas prefabricadas de UTSOE

RAMOS, Humberto, LEDESMA, Reynaldo, RAMOS, Gabriela, MEDINA, Dulce

Modelo de Mantenimiento Empleando Técnicas de Manufactura Esbelta

AVILÉS-FERRERA, José Josías†, RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, Marcos, AMBRIZ-COLÍN, Fernando y GUERRERO-GONZÁLEZ, Ricardo*

ISSN 2444-4995



www.ecorfan.org