

# Proceedings TI

Ingeniería

LUNA-SOTO, Vladimir

*Coordinador*



**ECORFAN®**

**Editor en Jefe**

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

**Directora Ejecutiva**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

**Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

**Diseñador Web**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

**Diagramador Web**

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

**Asistente Editorial**

REYES-VILLO, Angélica. BsC

**Traductor**

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

**Filóloga**

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

ISBN: 978-607-8534-91-3

Sello Editorial ECORFAN: 607-8534

Número de Control PI: 2019-07

Clasificación PI (2019): 041219-107

## **©ECORFAN-México, S.C.**

Ninguna parte de este escrito amparado por la Ley Federal de Derechos de Autor, podrá ser reproducida, transmitida o utilizada en cualquier forma o medio, ya sea gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo, pero sin limitarse a lo siguiente: Citas en artículos y comentarios bibliográficos, de compilación de datos periodísticos radiofónicos o electrónicos. Para los efectos de los artículos 13, 162,163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169,209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Violaciones: Ser obligado al procesamiento bajo ley de copyright mexicana. El uso de nombres descriptivos generales, de nombres registrados, de marcas registradas, en esta publicación no implican, uniformemente en ausencia de una declaración específica, que tales nombres son exentos del protector relevante en leyes y regulaciones de México y por lo tanto libre para el uso general de la comunidad científica internacional. PI es parte de los medios de ECORFAN-México, S.C, E: 94-443.F:008-([www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org))

## **Proceedings**

### **Definición de Proceedings**

#### **Objetivos Científicos**

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en las Áreas de investigación CONACYT y PRODEP respectivamente, en las Subdisciplinas: Administración de Empresas Turísticas-Administración de Instituciones de la Salud-Administración y Evaluación de Proyectos-Agricultura Sustentable y Protegida-Agroalimentos-Agrobiotecnología-Agroforestal-Agroindustrial-Agronomía-Agrotecnología-Antropología-Arqueología-Arquitectura-Arte y Diseño-Biología-Biología Marina y Manejo de Cuencas-Biomédica-Biotecnología-Botánica-Cardiología-Ciencias de la Comunicación -Ciencias de la Tierra-Ciencias Empresariales-Ciencias y Tecnología de Alimentos-Cirujano Dentista-Contaduría-Criminalística y Ciencias Periciales-Derecho Civil-Derecho Fiscal-Derechos Humanos-Desarrollo de Negocios-Diabetes-Diseño gráfico-Diseño y Moda Industrial-Econometría-Educación Física y Ciencia del Deporte-Educación y Docencia Electrónica y Telecomunicaciones-Energías Renovables-Enfermería-Farmacobiología-Finanzas-Genómica Alimentaria-Geociencias-Gerontología-Gestión de PyMES-Gestión Urbana-Humanidades-Industrias Alimentarias-Informática-Informática Administrativa-Ingeniería Aeronáutica-Ingeniería Bioquímica-Ingeniería de Petróleos-Ingeniería en Agronegocios-Ingeniería Forestal-Ingeniería Industrial-Ingeniería Química-Innovación Sustentable Agrícola-Lengua y Cultura-Logística y Transporte-Mantenimiento Industrial-Mantenimiento Petrolero-Manufactura Aeronáutica-Matemáticas Aplicadas-Mecánica Automotriz-Mecatrónica-Medicina-Mercadotecnia-Metrología Industrial-Minería-Nanotecnología-Nefrología-Negocios Internacionales-Nutrición-Pediatría-Procesos Industriales-Química Industrial-Quiropráctica -Recursos Naturales-Robótica-Seguridad Industrial y Ecología-Seguridad Pública y Ciencias Forenses-Seguridad y Automatización Industrial-Sistemas Automotrices-Sistemas Computacionales-Sistemas de Calidad-Sistemas de Producción Agropecuarios-Sociología-Tecnología Ambiental-Tecnología Farmacéutica-Tecnologías Bioalimentarias-Tecnologías de la Información-Tecnologías de la información y comunicación-Tecnologías de Manufactura-Telemática-Terapia Física-Topográfica e Hidrología-Turismo y Zootecnia.

ECORFAN-Mexico S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

#### **Alcances, Cobertura y Audiencia**

Proceedings es un Producto editado por ECORFAN-Mexico S.C en su Holding con repositorio en México, es una publicación científica arbitrada e indizada. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de las Área de investigación CONACYT y PRODEP respectivamente con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias. El horizonte editorial de ECORFAN-Mexico® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

## **Consejo Editorial**

ROCHA - RANGEL, Enrique. PhD  
Oak Ridge National Laboratory

CARBAJAL - DE LA TORRE, Georgina. PhD  
Université des Sciences et Technologies de Lille

GUZMÁN - ARENAS, Adolfo. PhD  
Institute of Technology

CASTILLO - TÉLLEZ, Beatriz. PhD  
University of La Rochelle

FERNANDEZ - ZAYAS, José Luis. PhD  
University of Bristol

DECTOR - ESPINOZA, Andrés. PhD  
Centro de Microelectrónica de Barcelona

TELOXA - REYES, Julio. PhD  
Advanced Technology Center

HERNÁNDEZ - PRIETO, María de Lourdes. PhD  
Universidad Gestalt

CENDEJAS - VALDEZ, José Luis. PhD  
Universidad Politécnica de Madrid

HERNANDEZ - ESCOBEDO, Quetzalcoatl Cruz. PhD  
Universidad Central del Ecuador

HERRERA - DIAZ, Israel Enrique. PhD  
Center of Research in Mathematics

MEDELLIN - CASTILLO, Hugo Iván. PhD  
Heriot-Watt University

LAGUNA, Manuel. PhD  
University of Colorado

VAZQUES - NOGUERA, José. PhD  
Universidad Nacional de Asunción

VAZQUEZ - MARTINEZ, Ernesto. PhD  
University of Alberta

AYALA - GARCÍA, Ivo Neftalí. PhD  
University of Southampton

LÓPEZ - HERNÁNDEZ, Juan Manuel. PhD  
Institut National Polytechnique de Lorraine

MEJÍA - FIGUEROA, Andrés. PhD  
Universidad de Sevilla

DIAZ - RAMIREZ, Arnoldo. PhD  
Universidad Politécnica de Valencia

MARTINEZ - ALVARADO, Luis. PhD  
Universidad Politécnica de Cataluña

MAYORGA - ORTIZ, Pedro. PhD  
Institut National Polytechnique de Grenoble

ROBLEDO - VEGA, Isidro. PhD  
University of South Florida

LARA - ROSANO, Felipe. PhD  
Universidad de Aachen

TIRADO - RAMOS, Alfredo. PhD  
University of Amsterdam

DE LA ROSA - VARGAS, José Ismael. PhD  
Universidad París XI

CASTILLO - LÓPEZ, Oscar. PhD  
Academia de Ciencias de Polonia

LÓPEZ - BONILLA, Oscar Roberto. PhD  
State University of New York at Stony Brook

LÓPEZ - LÓPEZ, Aurelio. PhD  
Syracuse University

RIVAS - PEREA, Pablo. PhD  
University of Texas

VEGA - PINEDA, Javier. PhD  
University of Texas

PÉREZ - ROBLES, Juan Francisco. PhD  
Instituto Tecnológico de Saltillo

SALINAS - ÁVILES, Oscar Hilario. PhD  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados -IPN

RODRÍGUEZ - AGUILAR, Rosa María. PhD  
Universidad Autónoma Metropolitana

BAEZA - SERRATO, Roberto. PhD  
Universidad de Guanajuato

MORILLÓN - GÁLVEZ, David. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

CASTILLO - TÉLLEZ, Margarita. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

SERRANO - ARRELLANO, Juan. PhD  
Universidad de Guanajuato

ZAVALA - DE PAZ, Jonny Paul. PhD  
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada

ARROYO - DÍAZ, Salvador Antonio. PhD  
Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

ENRÍQUEZ - ZÁRATE, Josué. PhD  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

HERNÁNDEZ - NAVA, Pablo. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica

CASTILLO - TOPETE, Víctor Hugo. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CERCADO - QUEZADA, Bibiana. PhD  
Intitut National Polytechnique Toulouse

AGUILAR - VIRGEN, Quetzalli. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

DURÁN - MEDINA, Pino. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

PORTILLO - VÉLEZ, Rogelio de Jesús. PhD  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ROMO - GONZALEZ, Ana Eugenia. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

VASQUEZ - SANTACRUZ, J.A. PhD  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

VALENZUELA - ZAPATA, Miguel Angel. PhD  
Universidad Autónoma Metropolitana

OCHOA - CRUZ, Genaro. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

SÁNCHEZ - HERRERA, Mauricio Alonso. PhD  
Instituto Tecnológico de Tijuana

PALAFOX - MAESTRE, Luis Enrique. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AGUILAR - NORIEGA, Leocundo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

GONZALEZ - BERRELLEZA, Claudia Ibeth. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

REALYVÁSQUEZ - VARGAS, Arturo. PhD  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RODRÍGUEZ - DÍAZ, Antonio. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

MALDONADO - MACÍAS, Aidé Aracely. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

LICEA - SANDOVAL, Guillermo. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CASTRO - RODRÍGUEZ, Juan Ramón. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

RAMIREZ - LEAL, Roberto. PhD  
Centro de Investigación en Materiales Avanzados

VALDEZ - ACOSTA, Fevrier Adolfo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Samuel. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

CORTEZ - GONZÁLEZ, Joaquín. PhD  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

TABOADA - GONZÁLEZ, Paul Adolfo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

RODRÍGUEZ - MORALES, José Alberto. PhD  
Universidad Autónoma de Querétaro

## **Comité Arbitral**

ESCAMILLA - BOUCHÁN, Imelda. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

LUNA - SOTO, Carlos Vladimir. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

URBINA - NAJERA, Argelia Berenice. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

PEREZ - ORNELAS, Felicitas. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

CASTRO - ENCISO, Salvador Fernando. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

CASTAÑÓN - PUGA, Manuel. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

BAUTISTA - SANTOS, Horacio. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GONZÁLEZ - REYNA, Sheila Esmeralda. PhD  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

RUELAS - SANTOYO, Edgar Augusto. PhD  
Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas

HERNÁNDEZ - GÓMEZ, Víctor Hugo. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

OLVERA - MEJÍA, Yair Félix. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

CUAYA - SIMBRO, German. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

LOAEZA - VALERIO, Roberto. PhD  
Instituto Tecnológico Superior de Uruapan

ALVAREZ - SÁNCHEZ, Ervin Jesús. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada

SALAZAR - PERALTA, Araceli. PhD  
Universidad Autónoma del Estado de México

MORALES - CARBAJAL, Carlos. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

RAMÍREZ - COUTIÑO, Víctor Ángel. PhD  
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

BAUTISTA - VARGAS, María Esther. PhD  
Universidad Autónoma de Tamaulipas

GAXIOLA - PACHECO, Carelia Guadalupe. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ - JASSO, Eva. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

FLORES - RAMÍREZ, Oscar. PhD  
Universidad Politécnica de Amozoc

ARROYO - FIGUEROA, Gabriela. PhD  
Universidad de Guadalajara

BAUTISTA - SANTOS, Horacio. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GUTIÉRREZ - VILLEGAS, Juan Carlos. PhD  
Centro de Tecnología Avanzada

HERRERA - ROMERO, José Vidal. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

MARTINEZ - MENDEZ, Luis G. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

LUGO - DEL ANGEL, Fabiola Erika. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

NÚÑEZ - GONZÁLEZ, Gerardo. PhD  
Universidad Autónoma de Querétaro

PURATA - SIFUENTES, Omar Jair. PhD  
Centro Nacional de Metrología

CALDERÓN - PALOMARES, Luis Antonio. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

TREJO - MACOTELA, Francisco Rafael. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

TZILI - CRUZ, María Patricia. PhD  
Universidad ETAC

DÍAZ - CASTELLANOS, Elizabeth Eugenia. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

ORANTES - JIMÉNEZ, Sandra Dinorah. PhD  
Centro de Investigación en Computación

VERA - SERNA, Pedro. PhD  
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

MARTÍNEZ - RAMÍRES, Selene Marisol. PhD  
Universidad Autónoma Metropolitana

OLIVARES - CEJA, Jesús Manuel. PhD  
Centro de Investigación en Computación

GALAVIZ - RODRÍGUEZ, José Víctor. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

JUAREZ - SANTIAGO, Brenda. PhD  
Universidad Internacional Iberoamericana

ENCISO - CONTRERAS, Ernesto. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

GUDIÑO - LAU, Jorge. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

MEJIAS - BRIZUELA, Nildia Yamileth. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

FERNÁNDEZ - GÓMEZ, Tomás. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

MENDOZA - DUARTE, Olivia. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

ARREDONDO - SOTO, Karina Cecilia. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

NAKASIMA - LÓPEZ, Mydory Oyuky. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

AYALA - FIGUEROA, Rafael. PhD  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

ARCEO - OLAGUE, José Guadalupe. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

HERNÁNDEZ - MORALES, Daniel Eduardo. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AMARO - ORTEGA, Vidblain. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

ÁLVAREZ - GUZMÁN, Eduardo. PhD  
Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

CASTILLO - BARRÓN, Allen Alexander. PhD  
Instituto Tecnológico de Morelia

CASTILLO - QUIÑONES, Javier Emmanuel. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

ROSALES - CISNEROS, Ricardo. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

GARCÍA - VALDEZ, José Mario. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

CHÁVEZ - GUZMÁN, Carlos Alberto. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

MÉRIDA - RUBIO, Jován Oseas. PhD  
Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital

INZUNZA - GONÁLEZ, Everardo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

VILLATORO - Tello, Esaú. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

NAVARRO - ÁLVEREZ, Ernesto. PhD  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ALCALÁ - RODRÍGUEZ, Janeth Aurelia. PhD  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Juan Miguel. PhD  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

RODRIGUEZ - ELIAS, Oscar Mario. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

ORTEGA - CORRAL, César. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

GARCÍA - GORROSTIETA, Jesús Miguel. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

AVILÉS - COYOLI, Katia Lorena. PhD  
Instituto Tecnológico de Pachuca

NAZARIO - BAUTISTA, Elivar. PhD  
Instituto Tecnológico de Pachuca

GÓMEZ - MERCADO, Abdiel. PhD  
Instituto Tecnológico de Pachuca

GONZALEZ - MARRON, David. PhD  
Instituto Tecnológico de Pachuca

MORENO - RIOS, Marisa. PhD  
Instituto Tecnológico de Pachuca

ANTOLINO - HERNANDEZ, Anastacio. PhD  
Instituto Tecnológico de Morelia

SOLORZANO - SALGADO, Paulina. PhD  
Universidad Tecnológica de Morelia

VALERDI, Ricardo. PhD  
Universidad de Arizona

RODRIGUEZ - ROBLEDO, Gricelda. PhD  
Universidad Tecnológica de Morelia

CENDEJAS José. PhD  
Universidad Tecnológica de Morelia

CORTES - MORALES, Griselda. PhD  
Universidad Autónoma de Coahuila

FERREIRA - MEDINA, Heberto. PhD  
Institute of Research in Ecosystems - UNAM Campus Morelia

GONZÁLEZ - SILVA, Marco Antonio. PhD  
Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo

CRUZ - BARRAGÁN, Aidee. PhD  
Universidad de la Sierra Sur

PALMA, Oscar. PhD  
Instituto Tecnológico de Conkal

BARRON, Juan. PhD  
Universidad Tecnológica de Jalisco

SANDOVAL - GUTIÉRREZ, Jacobo. PhD  
Universidad Autónoma Metropolitana

ALONSO - CALPEÑO, Mariela J. PhD  
Instituto Tecnológico Superior de Atlixco

TECPOYOTL - TORRES, Margarita. PhD  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

MORALES - IBARRA, Rodolfo. PhD  
Universidad Autónoma de Nuevo León

RODRIGUEZ - CARVAJAL, Ricardo. PhD  
Universidad de Guanajuato

JUÁREZ - SANTIAGO, Brenda. PhD  
Universidad Tecnológica de San Juan del Río

TORRES, Sandra. PhD  
Universidad Tecnológica Fidel Velázquez

## **Cesión de Derechos**

El envío de una Obra Científica a ECORFAN Proceedings emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones científicas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Obra Científica.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Obra Científica se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding México considere pertinentes para divulgación y difusión de su Obra Científica cediendo sus Derechos de Obra Científica.

## **Declaración de Autoría**

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación de la Obra Científica y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORCID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor de la Obra Científica.

## **Detección de Plagio**

Todas las Obras Científicas serán testeadas por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción de la Obra Científica notificando a los Autores responsables. , reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

## **Proceso de Arbitraje**

Todas las Obras Científicas se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homologo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceania. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del ECORFAN Proceedings con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de la Obra Científica Modificado para Edición-Publicación.

# Ingeniería

---

## Volumen I

---

El Proceedings ofrecerá los volúmenes de contribuciones seleccionadas de investigadores que contribuyan a la actividad de difusión científica para su área de investigación en la función de la Universidad ante los retos de la Sociedad del Conocimiento. Además de tener una evaluación total, se colabora con calidad y puntualidad en sus capítulos, cada contribución individual fue arbitrada a estándares internacionales (RESEARCH GATE, MENDELEY, GOOGLE SCHOLAR y REDIB), el Proceedings propone así a la comunidad académica, los informes recientes sobre los nuevos progresos en las áreas más interesantes y prometedoras de investigación en la función de la Universidad ante los retos de la Sociedad del Conocimiento.

**Luna Soto, Vladimir**

Coordinador

Ingeniería

*Proceedings T-I*

<b>Contenido</b>	<b>Pag.</b>
<b>Análisis de la necesidad de una plataforma que ayude en la enseñanza de la administración de proyectos integradores</b> MERCADO-AVILÉS, Susy & SOTO-MORALES, Ricardo	1-6
<b>Módulo del docente para una plataforma educativa del TECNM / Instituto Tecnológico de Nogales</b> SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, Zindi, GARCÍA-ALVA, Sigifredo, MUÑOZ-ZAMORA, Guillermina y CRUZ-RENTERÍA, Jesús Raúl	7-13
<b>Aplicación de la inteligencia artificial para la especificación de una organización digital</b> CANEDO-MONTOYA, Enrique Daniel, LUGO-SILVA, Gabriel, CANEDO-MONTOYA, Gerardo Miguel y CANEDO-ROMERO, Gerardo Enrique	14-20
<b>Videojuego para detectar casos de depresión con riesgo de suicidio en jóvenes</b> PADILLA-NAVARRO, Christian, GONZÁLEZ-REYNA, Sheila, VALTIERRA-VALADEZ, Susana, AGUILERA-GONZÁLEZ, Gabriel, AGUILAR-HERRERA, Ernesto and NIETO-LEÓN, Martín	21-32
<b>Transición de la Norma TS 16949:2009 A IATF 16949:2016 en las Empresas Automotrices del Parque Industrial de San Francisco de los Romo</b> VAZQUEZ-GUTIERREZ, Rosa Inés, FLORES-AGUILAR, Mauricio y NÚÑEZ-MONTALVO, Juan Manuel	33-46
<b>Implementación del mantenimiento autónomo</b> CORRAL-RAMIREZ, Guadalupe, MUÑOZ-LOPEZ, Luis Enrique, FLORES-BARRAGAN, Juan Luis y MERÁZ-MENDEZ, Manuel	47-68
<b>Elaboración de un instrumento para medir y facilitar el mantenimiento predictivo, de motores eléctricos, empleando el análisis del movimiento armónico simple, con el sensor HY 003</b> FAUSTO-LEPE, Gabriela Margarita, HERNÁNDEZ-DE SANTIAGO, Luis Ángel, MARQUEZ-GONZALES, Jaime y GARCÍA-VELASCO, Sergio Roberto	69-74
<b>Diseño de una red de Telemedicina</b> RAMÍREZ-VÁZQUEZ, Juan, VÁZQUEZ-ELORZA, Fortino y MORENO-PÉREZ, Héctor	75-82
<b>Desarrollo de un sistema de monitoreo de signos vitales para personas de la tercera edad</b> PEREZ-FLORENTINO, Ángela & HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, Patricia	83-90
<b>Modelado 3D, una introducción al proceso para construir y transformar imágenes VR</b> VARGAS-PÉREZ, Laura Silvia, SOTO-HERNÁNDEZ, Ana María, DEL ÁNGEL-HERNÁNDEZ, Julio César y PERALTA-ESCOBAR, Jorge	91-103
<b>Implementación de un modelo de controlador para compensador de VAR como método de asimilación de conocimientos</b> RAMIREZ-VÁZQUEZ, Juan Carlos, HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, Patricia y MORENO-PÉREZ, Héctor	104-110

## **Análisis de la necesidad de una plataforma que ayude en la enseñanza de la administración de proyectos integradores**

### **Analysis of the need for a platform that helps in the teaching of integrative project management**

MERCADO-AVILÉS, Susy† & SOTO-MORALES, Ricardo

*Universidad Tecnológica de San Luis Río Colorado*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Susy, Mercado-Aviles* / **ORC ID:** 0000-0002-8705-4591, **Researcher ID Thomson:** Y-5720-2018, **arXiv Author ID:** smercado, **CVU CONACYT ID:** 955028

ID 2<sup>do</sup> Autor: *Ricardo Alejandro, Soto-Morales* / **ORC ID:** 0000-0001-7727-7807, **Researcher ID Thomson:** Y-5733-2018, **arXiv Author ID:** ricksoto33, **CVU CONACYT ID:** 727145

S. Mercado & R. Soto

susy.mercado@utslrc.edu.mx

V. Luna, (Dr.). Ingeniería, Proceedings-©ECORFAN-México, CDMX, 2019.

## **Abstract**

The completion of a software project requires the effective management of each of its processes. At the Technological University of San Luis Río Colorado integrative projects are carried out so that students apply their knowledge from a specific role, each role and each stage require documentation which is cumbersome and confusing when its purpose is unknown. To solve this problem, we propose the development of a platform that supports the management of activities and documentation in the software life cycle, unifying the basic criteria of project management. The platform would be developed applying the V model for the evaluation of the quality of each of the stages, in addition, to use the framework Django. The intention of the platform is to contribute to the administration of the integrating projects by facilitating the necessary documentation for the optimization of the times that give the opportunity to implement techniques for the personal and professional development of the student improving the abstract skills that are required in an administrator of IT and systems analysts.

## **Project management, Software development, Analysis, coaching**

### **Resumen**

La finalización de un proyecto de software requiere la gestión efectiva de cada uno de sus procesos, en la Universidad Tecnológica de San Luis Río Colorado (UTSLRC) se realizan proyectos integradores para que los estudiantes apliquen desde un rol específico sus conocimientos, cada rol y cada etapa requieren documentación lo que resulta engorroso y confuso cuando se desconoce su finalidad. Para solucionar dicha problemática se propone el desarrollo de una plataforma que soporte la gestión de la enseñanza de actividades y documentación en el ciclo de vida del software, unificando criterios con los docentes que participan en la administración del proyecto integrador. La plataforma se desarrollaría aplicando el modelo en V para la evaluación de la calidad de cada una de las etapas, además, de utilizar la tecnología de Django. La intención de la plataforma es estandarizar y facilitar la documentación, sin importar el maestro en turno, necesaria para la optimización de los tiempos para dar oportunidad de implementar técnicas para el desarrollo personal y profesional del estudiante mejorando las habilidades abstractas que se requieren en un administrador de TI y analistas de sistemas.

## **Administración de proyectos, Desarrollo de sistemas, Análisis, coaching**

### **Introducción**

En la gestación de proyectos una administración eficaz es requerida para el logro óptimo de sus objetivos. De acuerdo a Marín Sánchez & Lugo García (2016), “el desarrollo de software organizado en proyectos proporciona estabilidad, control y organización a una actividad que puede, si no se controla, volverse caótica. El proceso de monitoreo y control de proyectos de software es indispensable para comprender el progreso del proyecto”

Desde la perspectiva de la educación no sólo la construcción de un prototipo es lo primordial si no la comprensión del estudiante sobre la gestión del proyecto mediante la aplicación de cuatro etapas administrativas (planeación, organización, dirección y control) en conjunto con los modelos de desarrollo elegidos como el de cascada, modelo V, por prototipos y metodologías como scrum, por citar algunos. La integración entre las fases y los arquetipos antes mencionados son requeridos dentro de la evolución de su ciclo de vida, si no se lleva a cabo con claridad posibilita el derroche de recursos, defectos en el proyecto, ausencia o exceso de documentación y el bajo rendimiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Michael Arias en su artículo “Marco Conceptual de la Administración de Proyectos” (2010) menciona, es posible analizar que un ciclo de vida de un proyecto corresponde a una colección de fases que tradicionalmente se llevan a cabo de manera secuencial, en donde el nombre y cantidad serán determinados de acuerdo a las necesidades propias de la organización involucrada en el proyecto. Representa las fases por las que típicamente pasa un proyecto, y se caracteriza porque en cada fase se produce normalmente un entregable (hito) que será revisado y aceptado conforme a los criterios de aceptación definidos previamente, y por las personas asignadas para realizar este tipo de validación y control.

El establecimiento de actividades claras junto con la elaboración de su documentación mejoraría la visualización de los avances en cada etapa permitiendo controlar las actividades de cada miembro mejorando así sus resultados en cada proceso, esto a su vez daría la oportunidad de incluir prácticas de coaching “conjunto de procesos guiados que permiten ayudar a que una persona logre por sí misma una transformación específica y beneficiosa para ella” (Anwandter, 2014) para ayudar a los estudiantes a estimular sus capacidades de desarrollo técnico, administrativo e inteligencia emocional. Es por esta razón que se plantea la necesidad de una plataforma que ayude a mejorar la enseñanza-aprendizaje de la administración de proyectos integradores.

## Antecedentes

En la administración de proyectos de software los actores responsables de cada etapa deben ser asignados para la ejecución de los hitos. Habitualmente los roles más comunes en un proyecto integrador son: administrador del proyecto, analista, diseñador, programador backend y frontend, administrador de la base de datos, tester y documentador.

Dada la diversidad de actividades y perfiles necesarios para la elaboración de un proyecto de TI se considera pertinente trabajar bajo un rol específico para comprender los procesos y las actividades de cada puesto permitiendo la retroalimentación en las distintas etapas del proyecto y consiguiendo que los estudiantes distingan sus responsabilidades y compromisos dentro del ciclo de vida del software.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos se ha encontrado disparidad de competencias entre las generaciones de alumnos de la UTSLRC por el desconocimiento de la importancia de los procesos administrativos dentro del desarrollo de software y por la rotación de personal docente. Por ejemplo, como menciona Salinas (2007) en la etapa de planeación, una de las limitantes es desconocer el funcionamiento de la empresa, sus procesos y necesidades reales. En la mayoría de los casos la parte técnica se considera primordial, dejando de lado el resto. En la etapa de implementación, las principales dificultades son la extensión en los tiempos de entrega, requerimientos incompletos por parte de los solicitantes y problemas reportados por los usuarios finales. La sobrecarga de trabajo es un enemigo oculto generado por los directivos y los requerimientos que no fueron planeados desde el principio.

Para plasmar la situación actual y analizar la importancia de una plataforma estudiantil se realizó un análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) para determinar la situación actual en el proceso de proyectos integradores y buscar la solución pertinente.

**Tabla 1.1** Análisis FODA

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Docentes con experiencia en la administración de proyectos.</li> <li>-Docente certificado en coaching profesional integral.</li> <li>-Integración del 100% de las competencias involucradas en el proyecto integrador.</li> <li>-Secuencia para la madurez de las competencias entre un cuatrimestre a otro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Rotación de docentes.</li> <li>-La línea de aprendizaje de las competencias a aplicar es de dos meses en promedio.</li> <li>-Limitación de tiempo a un cuatrimestre para el desarrollo del proyecto.</li> <li>-Demasiada documentación que genera confusión en la importancia y el rol responsable en cada uno de estos.</li> </ul>
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Unificar los criterios en los proyectos para crear convenciones y buenas prácticas de programación.</li> <li>-Incrementar el tiempo al análisis de requerimientos funcionales y no funcionales.</li> <li>-Integración efectiva del proceso de calidad y testeo de los proyectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Falta de habilidades y conocimientos previos de la nueva generación que ingresa.</li> <li>-Cambios abruptos del plan de estudios.</li> </ul>

*Fuente Elaboración Propia*

Basado en el análisis anterior se considera importante impulsar el trabajo colaborativo, la estandarización de documentación correspondiente a cada fase, proceso y actividades requeridas en la evolución del proyecto, misma que permita apoyar al proceso de enseñanza-aprendizaje y no sólo la administración técnica del proyecto. Esto también permitiría la implementación de técnicas de coaching para incrementar la competitividad en el alumno.

## Metodología

Para solventar algunas de las necesidades existentes en los estudiantes al llevar la administración de proyectos se propone implementar una plataforma web que se apoye en la planeación, organización, control y dirección de los proyectos integradores y que a su vez tenga la capacidad de incorporar a distintos modelos de desarrollo de software generando la documentación requerida para la gestión de dichos proyectos.

El desarrollo de la plataforma web se gestionará con el modelo en V para establecer parámetros de calidad en cada uno de los procesos y actividades. Para el desarrollo de la propuesta se desglosan las herramientas y tecnologías elegidas por su flexibilidad, usabilidad y mantenibilidad.

### – Herramientas

El diseño de la interfaz implementará la filosofía Material Design de Google, este concepto define los objetos lo más cercano a un elemento del mundo real y hace la UI (interfaz de usuario) más amigable y usable. Con la intención de fortalecer el trabajo en equipo, la modulación del proyecto y control de las versiones de la plataforma se obtendrá una cuenta en el repositorio Bitbucket para mantener actualizado y accesible los avances de cada uno de los personajes que intervendrán durante el desarrollo.

Adicionalmente, se requerirá contar con los servicios en la nube para realizar el alojamiento de la plataforma web y la base de datos. El Servidor Ubuntu pertenece al sistema Unix que tiene documentación y más comunidad, cualquier problema, implementación o duda es más sencillo resolver; en rendimiento y estabilidad mantiene igualdad con las demás distribuciones.

### – Tecnologías

En la actualidad el licenciamiento para el uso de software tiene altos costos de inversión, por ello, se decide utilizar software de código abierto para la construcción de la plataforma web. Las tecnologías a considerar son Python y Django principalmente por su patrón de diseño que facilita la codificación y seguridad de los datos. Python es un lenguaje de programación que sintetiza y simplifica la codificación, además, de que soporta diversos paradigmas de programación.

Django es un framework para desarrollo web que ofrece un patrón de diseño limpio, rápido y fácil de utilizar, conocido por sus siglas en inglés MTV (models, template y views). Para facilitar la comunicación y acceso a los datos a través del protocolo HTTP se utilizará la librería Django REST Framework para la creación de las API REST de la plataforma web.

Django soporta diversos gestores de base de datos, SQLite es el asignado por default, sin embargo, la propuesta es utilizar PostgreSQL por que opera muy bien con Django y Django Rest Framework, es recomendado usarlos al mismo tiempo, además soporta nativamente peticiones JSON. Para la creación de la imagen de la plataforma web se aplicarán las herramientas de Bootstrap. Para permitir que la plataforma sea interactiva desde el cliente se aplicará técnicas RIA utilizando AJAX.

### – Propuesta

El Sistema para la Administración de Proyectos Integradores, por sus siglas lo llamaremos SAPI. El logotipo será un sapo sofisticado, como lo que va a representar SAPI para la universidad.

Dentro de los objetivos específicos del SAPI se encuentran:

- a. Registrar proyectos de TI en la aplicación web, así como, la asignación de recursos de dichos proyectos.
- b. Monitoreo constante del progreso del proyecto en sus distintas etapas (Planeación, Organización, Dirección y Control).
- c. Generación de la documentación para todas las etapas administrativas del proyecto
- d. Asignación de actividades de acuerdo a los roles de cada estudiante.
- e. Aplicación de estándares de seguridad de autenticación de usuarios.

La siguiente tabla muestra las etapas, documentación y logros que el sistema busca implementar como resultado de un análisis de requerimientos funcionales.

**Tabla 1.2** Reportes y otros objetivos del sistema

<b>Documentación del proyecto</b>		
<b>Etapas</b>	<b>Documento</b>	<b>Objetivo</b>
<b>Planeación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Actas de inicio</li> <li>– Actas de finalización</li> <li>– Plan de administración</li> <li>– Plan tecnológico</li> <li>– Plan de comunicación</li> <li>– Plan de riesgos</li> <li>– Plan de capacitación</li> <li>– Contratos</li> </ul>	Estandarización de la documentación administrativa
<b>Organización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Organigrama</li> <li>– Matriz de responsabilidad</li> <li>– Estructura de desglose de trabajo (EDT)</li> </ul>	Registro de actividades por rol y perfil técnico
<b>Dirección</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gestión de actividades por procesos, actividades y roles (diagrama de Gantt)</li> </ul>	Línea de tiempo y establecimiento del modelo de desarrollo
<b>Control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Minutas</li> <li>– Bitácoras</li> <li>– Formatos de calidad del proyecto</li> <li>– Formatos de calidad del software</li> </ul>	Estandarización de formatos y documentación técnica dependiendo modelo de desarrollo
<b>Otros objetivos del sistema</b>		
Registrar y controlar todos los proyectos de las carreras de TICS y TI		
Estandarizar la documentación para todos los proyectos integradores		
Generar historial por etapas, procesos y actividades para su fácil comprensión		
Agilizar tiempos de desarrollo del proyecto integrador.		
Implementar metodologías de manejo de personal y coaching en el proceso integrador		

*Fuente: Elaboración Propia*

## Resultados

Con respecto al análisis FODA se determina que la elaboración de una plataforma web tiene viabilidad para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la administración de proyectos, debido a que ayudará a los jóvenes a reconocer las cuatro etapas, los procesos contenidos y documentación dentro de cada una, las actividades asignadas por rol y los hitos de una forma clara y sencilla, donde todos los docentes interactúen en forma dinámica para el logro de los objetivos del proyecto.

Adicionalmente, los docentes podrán monitorear los avances de manera más rápida y concreta utilizando un tablero que arrojará los indicadores para determinar el % de avance en el proyecto independientemente de la utilización de un diagrama de Gantt realizado en Microsoft Project o Gantt Project.

El desarrollo de la plataforma web sería llevado a cabo con recursos propios durante dos cuatrimestres a través de la integradora y estafías de estudiantes de ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicación, mismos que contarán con la asesoría académica de sus docentes. Los servicios en la nube los proporcionará la misma universidad.

Cabe mencionar que los trabajos futuros es continuar con el desarrollo e implementación de la plataforma web. Una vez implementado en el servidor se procederá con la capacitación de los usuarios y administradores que utilizarán la plataforma web para su uso dentro de los proyectos integradores que se asignen.

Posteriormente, se evaluará la funcionalidad de la plataforma y se determinará su eficiencia en la solución a las limitantes y áreas de oportunidad que existen actualmente en la enseñanza de la administración de proyectos.

## Conclusiones

El análisis realizado para el desarrollo de la aplicación web brindará mejoras al cumplimiento de las competencias de las materias integradoras y administración de proyectos a lo largo de la carrera.

Originalmente el alumno ignora en la ejecución los pasos a seguir en la gestión de su primer proyecto asumiendo que el proceso administrativo es una carga por la documentación que se requiere, ellos únicamente hacen énfasis en la codificación de programas sin llevar a cabo una estructura de trabajo que le permita la evolución de sus actividades derrochando recursos y retrasando sus hitos.

La elaboración de proyectos basados en un Sistema de Administración de Proyectos de Integradoras (SAPI) establecería las bases del mejoramiento de las competencias basado en la comprensión de las tareas y documentación en todas sus etapas y roles, además brindaría tiempo a fin de trabajar más en el aspecto humano empoderando al individuo mediante procesos de coaching para el trabajo en equipo y el logro de sus objetivos, esto sólo es posible ahorrando recursos y tiempo. La base del éxito en cualquier actividad se logra con la óptima gestión de los recursos que la conforman.

## Referencias

- Anwandter, P. (2014). *Introducción al Coaching Integral*. Chan.
- Arias, M. (2010). Marco Conceptual de la Administración. *Ciencias Económicas* 28-No. 2, 543-559.
- Marín Sánchez, J., & Lugo García, J. A. (2016). Control de proyectos de software: actualidad y retos para la industria cubana. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 102-112.
- Salinas Duarte, A. E. (2007). Obstáculos en la gestión de proyectos en Tecnologías de Información y Comunicación - TICs y posibles soluciones. *Especialización en Gerencia*.

## **Módulo del docente para una plataforma educativa del TECNM / Instituto Tecnológico de Nogales**

### **Teacher's module for an educational platform of TECNM / Instituto Tecnológico de Nogales**

SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, Zindi†\*, GARCÍA-ALVA, Sigifredo, MUÑOZ-ZAMORA, Guillermina y CRUZ-RENTERÍA, Jesús Raúl

*Instituto Tecnológico de Nogales / TecNM / División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPI), Ave. Instituto Tecnológico # 911 Col. Granja CP. 84065, Nogales Sonora, México.*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Zindi, Sánchez-Hernández* / **ORC ID:** 0000-0002-0211-2378, **Researcher ID Thomson:** F-4328-2018, **arXiv ID:** zindi.sanchez

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Sigifredo, García-Alva* / **ORC ID:** 0000-0001-7559-1421, **Researcher ID Thomson:** F-6909-2018, **arXiv ID:** Sigifredo#1

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Guillermina, Muñoz-Zamora* / **ORC ID:** 0000-0001-7480-8174, **Researcher ID Thomson:** F-4285-2018, **arXiv ID:** guillermina##

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Jesús Raúl, Cruz-Rentería* / **ORC ID:** 0000-0002-9406-3154 - **Researcher ID Thomson:** F-7988-2018, **arXiv ID:** raulcruzrenteria

Z. Sánchez, S. Garcia, G. Muñoz y J. Cruz

zindi.sanchez@depiitn.edu.mx

V. Luna, (Dr.). Ingeniería, Proceedings-©ECORFAN-México, CDMX, 2019.

## **Abstract**

The TECNM/Instituto Tecnológico de Nogales does not have its own educational platform, so it started with the construction of one, the administration module was prepared. In the present the creation of the teacher's module is shown. Tables were added to the previous database, new web pages were created that allow a teaching user to: record, start and close session, modify his profile, create courses, assignments and exams. The courses are assigned a key to give to the students and they can register. The courses are valid and may contain assignments and exams. The tasks and exams are integrated with exercises of one or several subjects of the same book or of several books, they can be assigned attempts and a validity. The exercises that this module uses are contained in the administration module where teachers can also access.

## **AVA, LMS, Educational platform**

### **Resumen**

El TECNM/Instituto Tecnológico de Nogales no cuenta con una plataforma educativa propia, por lo que se inició con la construcción de una, fue elaborado el módulo de administración. En el presente se muestra la creación del módulo del docente. Se agregaron tablas a la base de datos previa, se crearon nuevas páginas web que permiten a un usuario docente hacer: su registro, iniciar y cerrar sesión, modificar su perfil, crear cursos, tareas y exámenes. A los cursos se les asigna una clave para darla a los alumnos y éstos se puedan inscribir. Los cursos tienen una vigencia y pueden contener tareas y exámenes. Las tareas y los exámenes se integran con ejercicios de uno o varios temas de un mismo libro o de varios libros, se les puede asignar intentos y una vigencia. Los ejercicios que utiliza este módulo están contenidos en el módulo de administración donde los docentes pueden acceder también.

## **AVA, LMS, Plataforma educativa**

### **Introducción**

Las TICs (Tecnologías de la Información y Comunicación) se están convirtiendo en herramientas indispensables en diferentes ámbitos de la sociedad, por ejemplo, se han realizado diversos estudios sobre: cómo las TICs han dado lugar a nuevos puestos de trabajo mejor remunerados sin hacer distinción de género (Dueñas-Fernández, Iglesias-Fernandez, & Llorente-Heras, 2015), cómo influyen en la búsqueda de la eficiencia utilizando Lean Production (Moyano Fuentes, Martínez Jurado, & Maqueira Marín, 2012), cómo se pueden vincular las TICs con el crecimiento económico (Diaz Rodríguez, 2017), cómo las TICs se pueden utilizar para mejorar el servicio de transporte público (de Pablos Heredero, Pérez Bermejo, & Montes Botella, 2011). El uso de las TICs en el aspecto educativo no es la excepción y se está volviendo algo cotidiano, a continuación se presentan algunos desarrollos que instituciones públicas y privadas han realizado en este rubro:

Blackboard es una empresa norteamericana que proporciona servicios y tecnologías educativas a instituciones académicas desde primaria, secundaria hasta el aprendizaje de adultos y capacitación en el lugar de trabajo. El servicio que ofrece para la gestión del aprendizaje es Blackboard Learn que permite a los docentes crear cursos completamente en línea, híbrido o mixto y a través de la web. Los alumnos e instructores también pueden acceder a los recursos mediante aplicaciones móviles (Blackboard Inc., 2017).

Una investigación hecha a 424 alumnos para conocer la satisfacción, el comportamiento y la efectividad del sistema de aprendizaje blackboard dio como resultados: “que la autoeficacia percibida es un factor crítico que influye en la satisfacción de los estudiantes”, “la utilidad y la satisfacción percibida contribuyen a la intención conductual de los estudiantes de utilizar Blackboard” y “la efectividad del aprendizaje puede verse influida por la instrucción multimedia, las actividades interactivas y la calidad del sistema” (Shu-Sheng, 2008).

Pearson MyLab y Mastering es una colección de productos para tareas, tutoriales y evaluaciones en línea para mejorar los resultados de los alumnos de nivel superior. My Lab y Mastering crean experiencias personalizadas que se adaptan continuamente al desempeño de cada alumno para que pueda entender los conceptos difíciles (PEARSON, 2017).

En la Universidad de San Buenaventura se hizo un estudio para conocer el por qué había un alto índice de reprobación en las asignaturas de matemáticas. Participaron 87 estudiantes de los cursos de matemáticas de primer semestre de la facultad de ingeniería en el periodo 2011-1, utilizaron la plataforma MyMathLab y como resultado obtuvieron que el 86% de los alumnos tuvo un alto grado de aceptación, para un 9% le fue indiferente y a un 5% le gustó poco. Los alumnos lo veían como algo novedoso y a la vez como un reto, sus calificaciones subieron entre un 20% y 30% (Bravo, 2011).

McGrawHill-ALEKS, ALEKS es un sistema de evaluación y aprendizaje en línea que utiliza inteligencia artificial. ALEKS utiliza preguntas adaptativas para identificar lo que el estudiante sabe y no sabe de un curso, luego lo instruye sobre los temas que puede aprender con más facilidad, después evalúa periódicamente para asegurar que lo aprendido se conserve. ALEKS evita preguntas de opción múltiple. ALEKS ofrece instrucción individualizada 24/7 desde cualquier computadora con conexión a internet a menor costo que un tutor humano (McGrawHill-ALEKS, 2017).

Un estudio realizado en la Universidad de Tennessee con dos grupos, un grupo tradicional con un maestro al frente y el otro donde los alumnos interactuaban con ALEKS. Los estudiantes asignados a las aulas ALEKS se desempeñaron al mismo nivel que los estudiantes que recibieron cátedras con un maestro experto, la conducta y la participación se mantuvieron en los mismo niveles, sin embargo los alumnos que se instruyeron con ALEKS posteriormente requirieron menos ayuda en matemáticas por parte de sus maestros para completar los trabajos (D. Craig, Hu, & C. Graesser, 2013).

En la Escuela Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla crearon un Sistema de Evaluación Automática Vía Web en Asignaturas Prácticas de Ingeniería que permite automatizar la recogida y evaluación de ejercicios prácticos de diferentes disciplinas de ingeniería, permitiendo personalizar los ejercicios para cada alumno. El sistema asigna una calificación de forma automática comparando la solución propuesta por el alumno con la solución proporcionada por el profesorado. La aplicación ha sido utilizada por más de 4000 alumnos en varias asignaturas de programación y están explorando otras áreas de aplicación como: cálculo numérico, química, laboratorios virtuales, matemáticas (Gómez-Estern, López-Martínez, & Muñoz de la Peña, 2010).

En la División de Estudios de Posgrado e Investigación del TECNM/Instituto Tecnológico de Nogales se inició la creación de una plataforma web que se puede personalizar de acuerdo a las necesidades de la institución y le pueda evitar el pago de cuotas por un servicio a una empresa particular. La elaboración de este proyecto se inició con el desarrollo del módulo de administración de ejercicios. Dicho módulo, permite a los usuarios administradores: iniciar y cerrar sesión; operaciones CRUD (Create, Read, Update and Delete) para libros, capítulos, temas, ejercicios, usuarios y claves docentes. Los ejercicios que se pueden crear tienen la siguiente estructura: un enunciado y una respuesta directa, o respuestas de opción múltiple; el enunciado puede complementarse con una imagen y las respuestas de opción múltiple pueden ser texto o imágenes. El módulo puede administrar ejercicios de diferentes disciplinas siempre y cuando se adapten a la estructura que tienen definida (Sánchez-Hernández, 2017).

En el presente trabajo se muestra la creación del módulo del docente, el cual hace uso del módulo de administración creado previamente, dando así continuidad al proyecto iniciado. Se prevé que el desarrollo completo de este proyecto impacte positivamente a nuestra institución y a los institutos hermanos del Tecnológico Nacional de México.

## **Metodología**

La metodología utilizada en esta sección del proyecto fue la siguiente:

1. Definir los requerimientos funcionales.
2. Obtener los diagramas de casos de uso, casos de uso de alto nivel, diagramas de secuencia y modelo conceptual.
3. Agregar tablas a la base de datos creada en el módulo de administración.
4. Crear la aplicación web, sección docente.
5. Realizar pruebas.

En la creación de este módulo fue utilizado el proceso unificado (PU) de Ivar Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh; debido a que el PU es iterativo e incremental, está dirigido por los casos de uso, centrado en la arquitectura y puede ser adaptado a organizaciones o proyectos (Pressman, 2010).

Los requerimientos funcionales que fueron establecidos en esta sección son:

**Tabla 2.1** Requerimientos funcionales

Ref. #	Función	Categoría
DOC01	El sistema permite al usuario Docente hacer su registro utilizando una clave proporcionada por el administrador.	Evidente
DOC02	El Docente debe iniciar sesión para acceder a las opciones disponibles.	Evidente
DOC03	El Docente puede modificar los datos de su cuenta de acceso.	Evidente
DOC04	El Docente puede ver un listado de sus cursos.	Evidente
DOC05	El Docente puede crear cursos y asignarles una clave que será proporcionada al usuario Alumno.	Evidente
DOC06	El Docente puede seleccionar un curso creado.	Evidente
DOC07	El Docente puede ver un listado de las tareas que tiene un curso.	Evidente
DOC08	El Docente puede crear una tarea para un curso.	Evidente
DOC09	El Docente puede ver un listado de los exámenes que tiene un curso.	Evidente
DOC10	El Docente puede crear un examen para un curso.	Evidente
DOC11	El sistema permite al usuario con sesión iniciada cerrar la misma.	Evidente

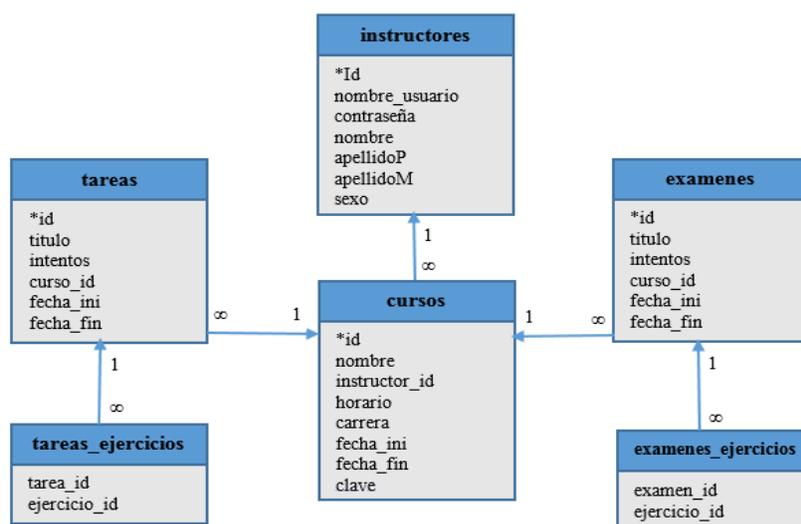
Como sistema manejador de base de datos se utilizó MySQL y a la base de datos creada en el módulo de Administración se le agregaron seis tablas, para guardar información de los usuarios que desempeñan un rol de docente, guardar información de: cursos, tareas, exámenes. Las tablas también guardan información de los ejercicios que conforman las tareas y los exámenes. El proceso de normalización se llevó a la tercera forma normal (Silberschatz, Korth, & Sudarshan, 2002).

Como entorno de desarrollo se utilizó XAMPP 5.6.12 para Windows y la versión de PHP 5.6.12. XAMPP es el entorno de desarrollo más popular utilizando PHP, es gratuito y fácil de instalar (Apache Friends, 2017). Las pruebas realizadas fueron enfocadas en verificar que se cumple con los requerimientos funcionales establecidos; las pruebas se realizaron en una red local de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del TECNM/Instituto Tecnológico de Nogales.

## Resultados

En este módulo fueron agregadas a la base de datos del proyecto global las tablas: instructores, cursos, tareas, tareas\_ejercicios, exámenes, exámenes\_ejercicios. Como se muestra en la figura 2.1.

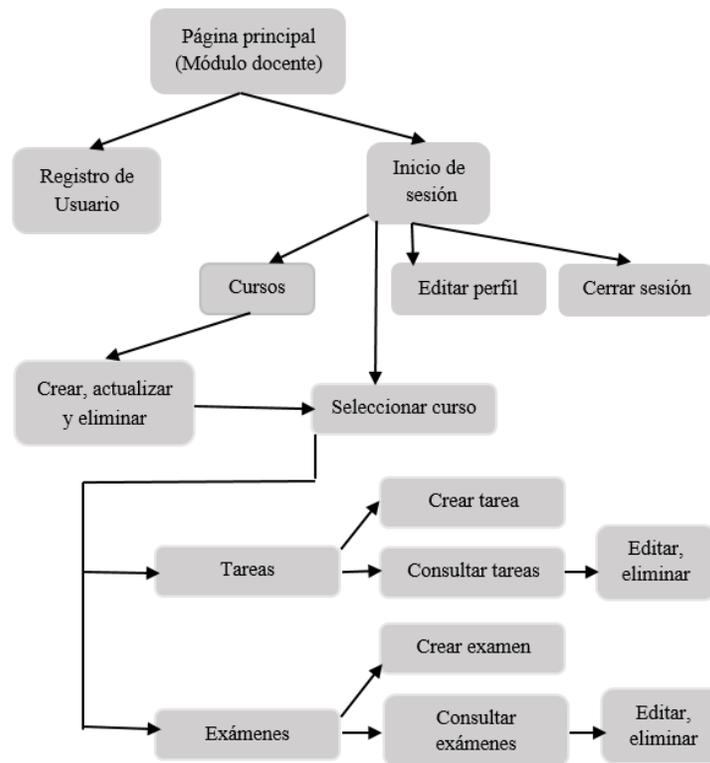
**Figura 2.1** Tablas del módulo docente



También se crearon otras tablas que guardan información temporal durante el proceso de creación de las tareas y exámenes. Además para este módulo fueron creadas 21 páginas web. El proyecto global hasta el momento cuenta con una base de datos de 25 tablas y 38 páginas web.

En la figura 2.2 se muestra un mapa del sitio web para esta sección creada.

**Figura 2.2** Mapa del sitio. Módulo docente

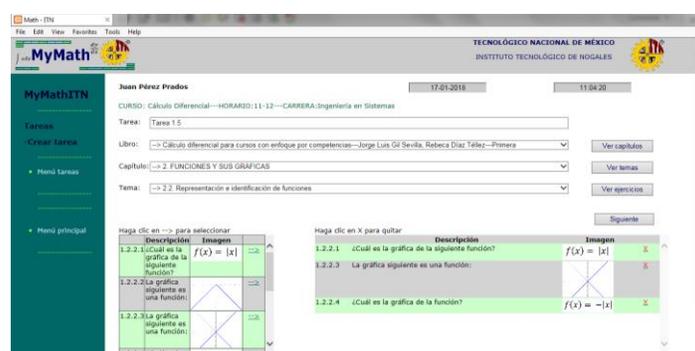


Para ingresar a esta sección del sistema, el usuario Docente debe realizar su registro, utilizando una clave proporcionada por el usuario Administrador. Los datos que se requieren para el registro son: nombre de usuario, contraseña, repetir contraseña, nombre(s), apellido paterno, apellido materno, sexo, correo, institución, pregunta de seguridad y respuesta. Una vez que el Docente se ha registrado, puede ingresar a la plataforma utilizando su nombre de usuario y contraseña.

Cuando un usuario Docente inicia sesión por primera vez, tiene que crear un curso, debido a que las tareas, exámenes y calificaciones están relacionadas a un determinado curso. Para crear un registro de curso se necesita: un nombre para el curso, una clave (esta clave será utilizada para que los alumnos se inscriban al curso), un horario, la carrera a la que se imparte el curso y proporcionar una fecha de inicio y fin. Para que el docente pueda acceder a las tareas y exámenes es necesario seleccionar un curso.

Para crear una tarea, se debe asignar un nombre a ésta, elegir un libro, un capítulo y un tema; al hacer estas selecciones se despliega en la tabla inferior izquierda una lista con los ejercicios disponibles para el tema elegido. Para elegir los ejercicios sólo hay que hacer clic en el hipervínculo "-->", el ejercicio seleccionado se pasará a la tabla de la derecha, es posible seleccionar ejercicios de entre varios temas del mismo capítulo o de diferentes capítulos, e incluso de diferentes libros. Si se desea eliminar un ejercicio de los seleccionados para la tarea, deberá hacer click en "X" y el ejercicio será removido de la tabla. Ver la figura 2.3.

**Figura 2.3** Seleccionar ejercicios para una tarea



Si no se seleccionan ejercicios y presiona el botón “Siguiente”, el sistema le informará “No ha seleccionado ejercicios” y no lo dejará continuar; una vez que haya seleccionado los ejercicios y presione dicho botón el sistema le mostrará otra interfaz que le pedirá más datos para seguir configurando la tarea. En la nueva página web que se muestra, ésta despliega el título o nombre que agregó anteriormente a la tarea; pide que se asignen los intentos de la tarea y la vigencia definiendo la fecha de inicio y final.

Para crear un examen se debe seguir el mismo procedimiento que en la creación de una tarea.

El usuario puede hacer las operaciones CRUD en cursos, tareas y exámenes.

Se crearon las páginas para la opción “Calificaciones”, sin embargo no se pueden hacer las consultas porque hace falta desarrollar el módulo del usuario Alumno.

El usuario Docente puede editar sus datos de registro y cerrar sesión.

Fueron creados más de 10 cursos con tareas y exámenes para la realización de las pruebas; se realizaron operaciones CRUD y en cada uno se verificó que los requerimientos funcionales se cumplieran.

## Conclusiones

El sistema, hasta el momento, permite al usuario instructor crear cursos que contienen tareas y exámenes, las tareas y exámenes se conforman de ejercicios que pueden ser de distintos libros. El instructor puede utilizar todos los libros disponibles y crear cursos de diversas asignaturas. A los instructores también se les puede asignar una clave de Administrador para que agreguen ejercicios y contribuyan a la creación del banco de ejercicios.

Los cursos que se pueden crear servirán para reforzar los conocimientos de los alumnos; también pueden servir de guía para los docentes que no han impartido una asignatura. Si se utilizan ejercicios elaborados de forma colegiada es posible estandarizar los conocimientos para enseñar lo mismo a los alumnos y sean evaluados por igual; esto impactará positivamente a la institución cuando se presenten los procesos de acreditación.

En la propia institución hay 3000 usuarios potenciales y en todo el sistema del Tecnológico Nacional de México más de 500000 alumnos. Es posible utilizarlo en varios niveles educativos que pueden ir desde primaria hasta nivel superior. También puede ser utilizado en la aplicación de encuestas cerradas o exámenes diagnósticos. Puede utilizarse tanto en el sector público como en el privado.

El avance actual del proyecto contempla el módulo de Administración y el módulo del Docente, este avance servirá como base para continuar el proyecto y agregar el módulo del Alumno. Este módulo le permitirá al alumno que se registre y resuelva las actividades diseñadas por el Docente. Con ésta última sección se puede concluir una primera versión de la plataforma e iniciar las pruebas en el aula. Después de concluir la primera versión se pretende hacer mejoras y agregar más funcionalidades como por ejemplo generar reportes estadísticos e incluso se pretende utilizar inteligencia artificial para que el sistema guíe al estudiante en su aprendizaje.

## Referencias

Apache Friends. (15 de Enero de 2017). *Apache Friends*. Obtenido de <https://www.apachefriends.org/index.html>

Blackboard Inc. (28 de Noviembre de 2017). *Blackboard*. Obtenido de <https://www.blackboard.com/index.html>

Bravo, M. C. (2011). Enseñanza-Aprendizaje de las matemáticas utilizando como apoyo ambientes virtuales de aprendizaje. *Las tecnologías de la información en contextos educativos: nuevos escenarios de aprendizaje*, 177-202. Recuperado el 17 de Octubre de 2013

- D. Craig, S., Hu, X., & C. Graesser, A. (2013). The impact of a technology-based mathematics after-school program using ALEKS on student's knowledge and behaviors. *Computers & Education*, 495-504.
- de Pablos Heredero, C., Pérez Bermejo, L., & Montes Botella, J. L. (2011). Impacto de los sistemas de apoyo a la explotación (SAE) en la mejora de los servicios de transporte público urbano. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 12-24.
- Díaz Rodríguez, H. E. (2017). Tecnologías de la información y comunicación y crecimiento económico. *Economía Informa*, 30-45.
- Dueñas-Fernández, D., Iglesias-Fernandez, C., & Llorente-Heras, R. (2015). Abordando la desigualdad de género. Empleo en tecnologías de la información y la comunicación y diferencias salariales por género en España. *Elsevier España*, 207-219.
- Gómez-Estern, F., López-Martínez, M., & Muñoz de la Peña, D. (2010). Sistema de Evaluación Automática Vía Web en Asignaturas Prácticas de Ingeniería. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 111-119.
- McGrawHill-ALEKS. (28 de Noviembre de 2017). *McGrawHill-ALEKS*. Recuperado el 15 de Agosto de 2016, de [https://www.aleks.com/about\\_aleks](https://www.aleks.com/about_aleks)
- Moyano Fuentes, J., Martínez Jurado, P. J., & Maqueira Marín, J. M. (2012). El papel de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en la búsqueda de la eficiencia: un análisis desde Lean Production y la integración electrónica de la cadena de suministro. *Elsevier España*, 105-116.
- PEARSON. (27 de Noviembre de 2017). *Pearson-MyLab-Math Español*. Recuperado el 10 de Agosto de 2016, de <https://www.pearsonmylabandmastering.com/global/mymathlab-espanol/>
- Pressman, R. (2010). Modelos del proceso. En *Ingeniería del software. Un enfoque práctico* (págs. 45-48). México, D.F.: McGraw-Hill.
- Sánchez-Hernández, Z. (2017). Módulo de administración para una plataforma educativa del Instituto Tecnológico de Nogales. *Revista de Sistemas Computacionales y TIC's*, 19-24.
- Shu-Sheng, L. (2008). Investigating students' perceived satisfaction, behavioral intention, and effectiveness of e-learning: A case study of the Blackboard system. *Computers & Education*, 864-873.
- Silberschatz, A., Korth, H., & Sudarshan, S. (2002). *El modelo relacional*. Madrid: McGraw-Hill.

## **Aplicación de la inteligencia artificial para la especificación de una organización digital**

### **Application of artificial intelligence for the specification of a digital organization**

CANEDO-MONTOYA, Enrique Daniel<sup>1</sup>, LUGO-SILVA, Gabriel<sup>2</sup>, CANEDO-MONTOYA, Gerardo Miguel<sup>1,3</sup> y CANEDO-ROMERO, Gerardo Enrique<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Politécnica de Juventino Rosa

<sup>2</sup>Centro Universitario de Negocios del Bajío, Campus Salamanca

<sup>3</sup>Universidad de Guanajuato

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Enrique Daniel, Canedo-Montoya* / **ORC ID:** 0000-0002-4036-2394, **CVU CONACYT ID:** 994258

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Gabriel, Lugo-Silva* / **ORC ID:** 0000-0002-4056-2337, **CVU CONACYT ID:** 993070

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Gerardo Miguel, Canedo-Montoya* / **ORC ID:** 0000-0002-4036-2394, **CVU CONACYT ID:** 994258

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Gerardo Enrique, Canedo-Romero* / **ORC ID:** 0000-0001-6624-185X, **CVU CONACYT ID:** 994269

E. Canedo, G. Lugo, G. Canedo, G. E. Canedo

icerrito\_ptc@upjr.edu.mx

V. Luna, (Dir.). Ingeniería, Proceedings-©ECORFAN-México, CDMX, 2019.

## **Abstract**

In this work it is proposed a model for the characterization of a digital organization, where processes are represented as functional elements of a distributed artificial intelligence system, known as multiagent system. The agents interact with each other by exchanging information through a Blackboard system, allowing an efficient communication among the agents, the integration of new processes and a higher interaction between end users and the processes of the institution. As a case study, it is implemented a digital institution based on multiagents to generate the innovation model which characterize a digital university, where the process of students' enrollment, attendance and degree will be described.

**Digital organization, Electronic institution, Artificial intelligence, Multiagent system**

## **Resumen**

En este trabajo se propone un modelo para la caracterización de una organización digital, donde los procesos son representados a través de elementos funcionales de un sistema de inteligencia artificial distribuida, conocido como sistema multiagente. Los agentes intercambian información a través de un sistema Blackboard, permitiendo una comunicación eficiente entre los agentes, la integración de nuevos procesos y una mayor interacción de los usuarios finales con los procesos de la institución. Como caso de estudio, se aplica una institución electrónica basada en multiagentes para la generación de un modelo de innovación con el objetivo de caracterizar a una universidad digital, donde se describen los procesos de inscripción de los alumnos, la asistencia a los cursos y la titulación.

**Organización digital, Institución electrónica, Inteligencia artificial, Sistemas multiagente**

## **1 Introducción**

Los sistemas de información y las tecnologías de la información obligan a modificar las estrategias tradicionales de las organizaciones en estrategias digitales para la transformación a una organización digital. Se requieren de procesos globales, modulares, distribuidos e interdisciplinarios, permitiendo que el trabajo se realiza a través de las barreras del tiempo, la distancia y la función. De igual forma, la incorporación y la adopción de nuevas tecnologías, tales como el Big Data y la inteligencia artificial marcan un antes y un después en el desarrollo de las organizaciones. Existen casos en los que las organizaciones se han transformado y se han integrado incorporando la innovación de procesos, logrando el cumplimiento de sus objetivos de su estrategia digital, en tanto que otras organizaciones, al mantener los procesos tradicionales, han dejado de ser competitivas e incluso han llegado a desaparecer [1].

Del mismo modo, muchas instituciones de diferentes sectores tanto públicos como privados, se mantienen en funcionamiento con base en procesos y sistemas alejados de las tendencias actuales en información y en tecnología. Existe una necesidad de crear o modificar unos modelos para lograr la transformación de los procesos para que la organización mantenga la operatividad y competitividad en los entornos globales e internacionalizados [2].

El objetivo de este trabajo es generar un modelo innovador para la caracterización de los procesos en una organización digital. Se propone un modelo basado en los sistemas multiagente, campo de la Inteligencia Artificial. Los sistemas multiagente permiten la caracterización de las organizaciones semejante a las organizaciones humanas. Por lo que se presenta como la manera de presentar a una organización digital. El modelo se sustenta gracias a la herramienta de desarrollo de instituciones electrónicas EIDE, a través de su módulo de especificaciones ISLANDER. Esta plataforma se ha actualizado, siendo la última versión 2.11.3 del 2013 [3].

## **2 Antecedentes**

### **Sistemas multiagente**

En el campo de la Inteligencia Artificial, los sistemas multiagente son los encargados de la autoorganización, la negociación y la comunicación entre las diferentes entidades involucradas. La entidad más importante es un agente.

Un agente es un sistema computacional que está situado en un entorno, y es capaz de realizar acciones autónomas en dicho entorno para cumplir sus objetivos de diseño.

Los sistemas multiagentes contienen un número de agentes, que interactúan unos con otros a través la comunicación entre ellos. Los agentes interactúan en un entorno, dentro de “esferas de influencia”, con lo que tienen influencia en ciertas partes del entorno. [4] [5].

A través de los sistemas multiagente, es posible modelar sistemas complejos para estudiar y predecir su comportamiento en aplicaciones reales, por ejemplo, en sistemas de compartición de energía P2P [6].

### **Sistema Blackboard**

En los sistemas multiagente, una técnica de comunicación es la conocida como sistema de pizarra, o sistema Blackboard. Este sistema permite la resolución de problemas complejos mediante la división de tareas a un conjunto de subsistemas [1] [7].

El sistema Blackboard se compone de tres elementos: Las fuentes de conocimiento, que son elementos independientes que contribuyen a la solución de un problema; la pizarra, o blackboard, es una fuente de información pública accesible para las fuentes de conocimiento, las cuales procesan y modifican la información a fin de resolver el problema; y el sistema de control, quien se encarga de activar de forma oportuna cada fuente de conocimiento, así como gestionar el flujo de información entre la pizarra y las fuentes de información.

### **3 Metodología**

El modelo de la organización digital propuesto en este trabajo tiene como base el sistema Blackboard y el modelo Canvas, implementado con un sistema de Institución Electrónica.

En un sistema tradicional, los elementos que integran el sistema interactúan de forma secuencial, de tal forma que la información se transmite a través de canales definidos. En un modelo tradicional, un proceso que requiere la integración de un nuevo elemento debe ser reconstruido casi en su totalidad para incluir dicho elemento.

Un ejemplo de modelo tradicional es el modelo de negocio Canvas. El Modelo Canvas es una plantilla visual que representa el modelo de negocio de una organización y lo traduce en conocimiento explícito, mediante una representación en nueve bloques: Segmento de mercado, proposición de valor, canales, relación con los clientes, fuentes de ingreso, recursos clave, actividades clave, sociedades clave y estructura de costos [8]. Los procesos que describen la organización siguen una secuencia fija, dónde la propuesta de valor separa las actividades internas de la organización de las actividades que permiten la interacción con los clientes.

Sin embargo, actualmente las organizaciones se han dado cuenta de la importancia de ajustar sus procesos a las necesidades de los clientes, ejemplos de esto son los servicios de transmisión de contenidos audiovisuales en línea (streaming). En este modelo se plantea que el usuario final pueda interactuar con la empresa, estableciendo una relación directa entre las actividades clave de la organización y la relación con los clientes, así como involucrando los recursos clave con los canales, de tal forma que estos elementos complementan la propuesta de valor de la organización.

Una aproximación que permite mejorar las capacidades del sistema blackboard es su integración como un sistema multiagente, donde las fuentes de conocimiento son agentes con capacidad de adquirir información de su entorno, procesarla y adquirir una mejor decisión. La pizarra está presente para almacenar la información generada por los agentes, y el sistema de control coordina la comunicación y el intercambio de mensajes entre los agentes.

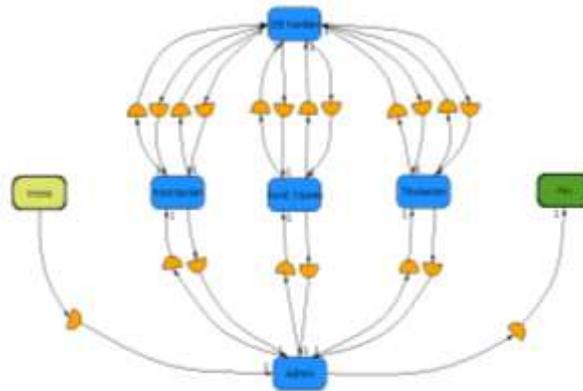
Dentro de la organización digital, cada uno de estos agentes puede ejercer uno o varios roles dependiendo del proceso que se quiera realizar. Gracias al sistema blackboard, es posible añadir nuevos agentes o retirar agentes obsoletos sin alterar el funcionamiento general del sistema [5] [9].

#### 4 Caso de estudio: Universidad Digital

En la Figura 1, se muestra el diagrama de los procesos que confirman una Universidad Digital modelada como una Organización Digital (fig. 1). Los tres grandes procesos de la Universidad Digital son la Inscripción de alumnos, la Asistencia a Clases y la Titulación.

Existen dos elementos importantes en el modelo, el primero es el sistema de control, la Administración Escolar (Admin), a través de la cual todos los procesos de la institución son verificados desde su comienzo hasta su conclusión. El segundo elemento la base de datos del Kardex escolar (DB Kardex), dónde se almacenan y actualizan los registros escolares; el intercambio de información entre la base de datos y los procesos escolares es bidireccional, dónde cada solicitud de consulta o de actualización de la información recibe una respuesta por parte de la base de datos.

**Figura 1** Diagrama de Procesos de la Universidad Digital



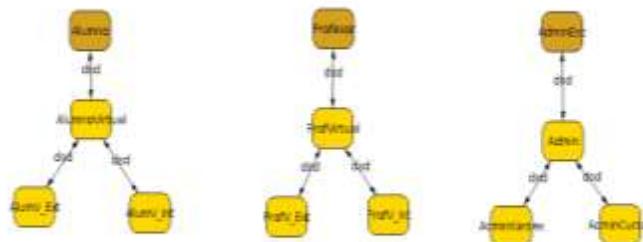
#### Agentes en la Universidad Digital

En el modelo propuesto se distinguen tres agentes externos principales: el alumno, el profesor y la administración escolar; estos agentes representan a las personas e instituciones que físicamente intervienen en la Universidad Digital (fig. 2).

Dentro del sistema digital, el alumno y el profesor tienen sus respectivas representaciones virtuales, dónde se definen los roles de un alumno externo para alumnos no presenciales, y un alumno interno para alumnos presenciales; de la misma forma, el profesor virtual alude tanto a profesores externos como a profesores internos.

La administración escolar se encarga de la administración general del sistema, por lo que el rol de la administración puede asumir diferentes roles, como la administración del Kardex o la administración de los cursos, según sea el caso.

**Figura 2** Descripción de los agentes de la Universidad Digital



#### Inscripción

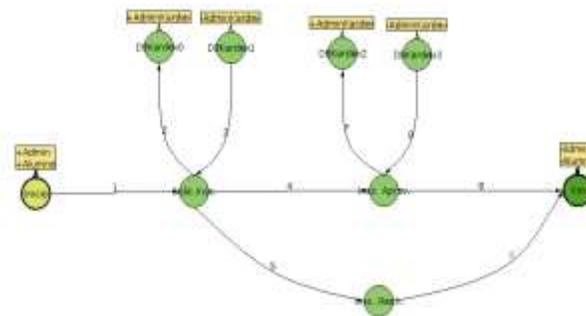
La Administración del sistema anuncia a todos los agentes que el proceso de inscripción dará comienzo. En primer lugar, se solicita la información del alumno interesado a la Administración del Kardex.

La información se extrae de la base de datos del Kardex y se le entrega al administrador, el cual debe ser validado para proceder a la siguiente etapa. Si es válida, la información del alumno es actualizada en la base de datos del Kardex, de lo contrario se da por terminado el proceso de inscripción. Tras escribir la nueva información del alumno en la base de datos, el administrador cierra el proceso de inscripción (Tabla 1, fig. 3).

**Tabla 1** Proceso de Inscripción

ID	Emisor	Receptor	Mensaje
1	Admin	All	Solicitud de Inscripción
2	Admin	Admin Kardex	Verificar Requisitos del Alumno
3	Admin Kardex	Admin	Entregar Información del Alumno
4	Admin	All	Inscripción Aprobada
5	Admin	All	Inscripción Rechazada
6	Admin	All	Terminar Inscripción
7	Admin	Admin Kardex	Actualizar Información del Alumno
8	Admin Kardex	Admin	Confirmar Actualización
9	Admin	All	Terminar Inscripción

**Figura 3** Diagrama del Proceso de Inscripción



### Asistencia a Cursos

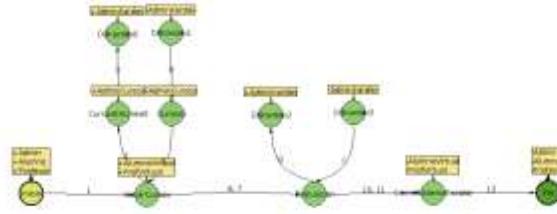
En este proceso la Administración indica el comienzo de los cursos. El alumno virtual solicita a la administración escolar los cursos disponibles, acto seguido la Administración escolar requiere la información del alumno al administrador del Kardex, para determinar los cursos disponibles para el alumno en particular. Tras validar la información, el alumno recibe la información de los cursos que le corresponden, con lo que comienza con los cursos, ya sea de forma presencial o en línea.

Una vez terminados los cursos, el alumno informa su estado a la Administración, y ésta avisa al profesor para evaluar al alumno. Los resultados de la evaluación son enviados a la base del Kardex, se actualizan los datos del alumno, y se le notifica a este último de los cambios, tras lo cual la Administración concluye el proceso (Tabla 2, fig. 4).

**Tabla 2** Proceso de Asistencia a Cursos

ID	Emisor	Receptor	Mensaje
1	Admin	All	Iniciar Cursos
2	Alumno Virtual	Admin Cursos	Solicitar Cursos Disponibles
3	Admin Cursos	Admin Kardex	Solicitar Información del Alumno
4	Admin Kardex	Admin Cursos	Entregar Información del Alumno
5	Admin Cursos	Alumno Virtual	Entregar Cursos Disponibles
6	Alumno Virtual	Admin Cursos	Finalizar Cursos
7	Admin Cursos	Prof Virtual	Iniciar Evaluación Alumno
8	Prof Virtual	Admin Kardex	Entregar Calificaciones
9	Admin Kardex	Prof Virtual	Guardar Calificaciones
10	Admin Kardex	Alumno Virtual	Entregar Calificaciones
11	Alumno Virtual	Admin Kardex	Recibir Calificaciones
12	Admin	All	Finalizar Cursos

**Figura 4** Diagrama del proceso de Asistencia a Cursos



**Titulación**

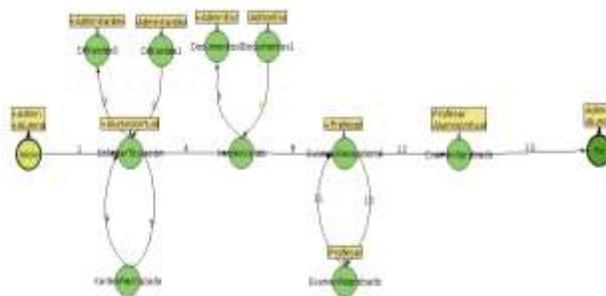
Cuando el alumno solicita a la Administración comenzar el proceso de Titulación, la Administración solicita a la Administración del Kardex los datos del alumno, para validar si el alumno cumple con los requisitos para la titulación, de no contar con los requisitos el proceso comienza de nuevo. Tras validar los requisitos se solicita a la Administración escolar la elaboración de los documentos del alumno, tras lo cual les son entregados al estudiante.

El alumno procede entonces a realizar su evaluación final, sea cual sea su modo de titulación, al aprobar su evaluación, se concluye el proceso de titulación. En caso de no aprobar la evaluación, ésta será repetida nuevamente (Tabla 3, fig. 5).

**Tabla 3** Proceso de Titulación

ID	Emisor	Receptor	Mensaje
1	Admin	All	Iniciar Titulación
2	Admin	Admin Kardex	Solicitar Kardex del Alumno
3	Admin Kardex	Admin	Entregar Información del Alumno
4	Admin	All	Validar Kardex
5	Admin	All	Rechazar Kardex
6	Admin	Alumno Virtual	Repetir Validación de Kardex
7	Alumno Virtual	Admin Esc	Solicitar Documentos
8	Admin Esc	Alumno Virtual	Entregar Documentos
9	Admin	All	Comenzar Examen de Grado
10	Profesor	Admin	Examen Reprobado
11	Profesor	Alumno Virtual	Repetir Examen
12	Profesor	Admin	Examen Aprobado
13	Admin	All	Finalizar Titulación

**Figura 5** Diagrama del proceso de Titulación



**Conclusiones**

El modelo propuesto para la gestión de las tecnologías de la información explora de manera eficiente su aplicación a una organización digital en lo general y a la universidad digital en lo particular.

La implementación de la Universidad como una Organización Digital permite que los planes de estudio tengan una mayor disponibilidad para todas las personas, ya que los alumnos pueden cursar los planes de estudio a su propio ritmo, así como tener una participación más activa dentro de los procesos de la Universidad. Esta educación personalizada permite a las instituciones escolares innovar sus procesos y extender sus beneficios a un amplio espectro de la población, mediante una oferta educativa única para cada persona.

De la misma forma, los servicios, los procesos y la información de la Universidad son optimizados para mejorar el nivel de respuesta de la institución para atender los diferentes servicios que ésta ofrece. Gracias a la integración del sistema multiagente con el modelo Blackboard, resulta sencilla la integración de nuevos servicios y tareas que complementen a los procesos de la Universidad, sin alterar de forma drástica el modelo de negocio de la institución.

Como trabajo futuro los servicios y los procesos pueden ser modelados y simulados a través de herramientas tales como SIMDEI, las cuales permiten observar el comportamiento de la organización digital y realizar ajustes en los procesos antes de llevar los procesos a su operación.

## References

- [1] Jarvi K., A. Almpantopoulou, and P.Ritala, Organization of Knowledge ecosystems: Prefigurative and partial forms, Article in Press, Research Policy 2018, Elsevier, 2018.
- [2] Azar G., and F. Ciabuschi, Organizational innovation, technological innovation, and export performance: The effects of innovation radicalness and extensiveness, International Business Review, Elsevier, 2017, 26.
- [3] Esteva M., “Electronic Institutions: from especification to development”, Ph. D. Thesis, Technical Univesity of Catalonia, 2003.
- [4] Canedo Romero G.E., Sociedad Virtual con una Normativa Regulatoria, Reporte de Trabajo de Investigación, Universidad Politécnica de Valencia, 2006.
- [5] Barakat L., Miles S., and Lick M., Adaptive composition in dynamic service enviroments, Future Generation Computer Systems 80, Elsevier, 2018.
- [6] Zhou Y., Wu J., and Long C., Evaluation of peer-peer energy sharing mechanisms based on a multiagent simulation framework, Applied Energy 222m Elsevier, 2018.
- [7] Shin M.E., Kang T., and Kim S., Blackboard Architecture for Detecting and Notifying Failures for Component-Based Unmanned Systems, Journal of Intelligent & Robotic Systems, Vol 90, Springer, 2018.
- [8] Osterwalder A. y Pigneur Y., Generación de Modelos de Negocio, DEUSTO, 2010.
- [9] Nguyen D., The university in a world of digital technologies: Tensions and challenges, Australasian Marketing Journal 2018, Elsevier, 2018.

## **Videojuego para detectar casos de depresión con riesgo de suicidio en jóvenes**

### **Video Game to detect depression with suicide risk in young people**

PADILLA-NAVARRO, Christian, GONZÁLEZ-REYNA, Sheila, VALTIERRA-VALADEZ, Susana, AGUILERA-GONZÁLEZ, Gabriel, AGUILAR-HERRERA, Ernesto and NIETO-LEÓN, Martín

*Universidad Politécnica de Juventino Rosas*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Christian, Padilla-Navarro* / **ORC ID:** 0000-0002-8241-3225, **CVU CONACYT ID:** 427341

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Sheila, González-Reyna* / **ORC ID:** 0000-0002-2158-7248, **CVU CONACYT ID:** 329483

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Susana, Valtierra-Valadez* / **ORC ID:** 0000-0001-6643-765X

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Gabriel, Aguilera-González* / **ORC ID:** 0000-0002-4160-448X

ID 4<sup>to</sup> Coautor: *Ernesto, Aguilar-Herrera* / **ORC ID:** 0000-0002-0310-1603

ID 5<sup>to</sup> Coautor: *Martín, Nieto-León* / **ORC ID:** 0000-0002-1093-454X

C. Padilla, S. González, S. Valtierra, G. Aguilera, E. Aguilar y M. Nieto

[jpadilla\\_ptc@upjr.edu.mx](mailto:jpadilla_ptc@upjr.edu.mx)

V. Luna, (Dir.). Ingeniería, Proceedings-©ECORFAN-México, CDMX, 2019.

## Resumen

El suicidio es una de las principales causas de muerte en jóvenes. Actualmente, la forma de detectar el riesgo de suicidio en personas jóvenes implica la aplicación de pruebas manuales. Esta investigación presenta una metodología para el desarrollo de un videojuego en el que se realizan varias pruebas psicológicas, como: La prueba de los cinco grandes y el cuestionario de detección de problemas en adolescentes (POSIT), con el fin de detectar casos de depresión con riesgo de suicidio en jóvenes de 15 años. A 29 años.

## Suicidio, Videojuego, Depresión

### Abstract

Suicide is one of the leading causes of death in young people. Currently, the way to detect suicide risk in young people involves the application of manual tests. This research presents the methodology for the development of a videogame where various psychological tests, such as: The Big Five Test and the adolescent problem screening questionnaire (POSIT), with the purpose of to detect cases of depression with suicide risk in young people from 15 to 29 years old.

## Suicide, Video Game, Depression

### Introducción

Los problemas mentales tienen un gran impacto en nuestra sociedad. Aproximadamente un quinto de la población mundial sufre algún desorden mental en algún punto de su vida, como son la ansiedad y la depresión (Steel, 2014). Se estima que para 2030 los costos en el mundo por atender desórdenes mentales, incluyendo medicamentos y tratamientos, ascenderán a más de 6 trillones de dólares, que representa más que atender a problemas de cáncer, diabetes y respiratorios juntos (Insel, Collins y Hyman, 2015).

La depresión es un trastorno mental frecuente en su forma más grave, puede conducir al suicidio (OMS, 2018).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, más de 800, 000 personas se suicidan cada año, lo que representa una muerte cada 40 segundos (OMS, 2018). El suicidio es la segunda causa de muerte entre jóvenes en el mundo (OMS, 2018).

El objetivo en el Plan de Acción de Salud Mental de 2013-2020 de la Organización Mundial de la Salud es reducir un 10% de los índices de suicidio (OMS, 2018).

### Estado del arte

La aplicación de métodos de tecnologías de la información como auxiliares en diversos problemas cotidianos, incluyendo el área de salud, son hoy en día una realidad. Se han generado diversas investigaciones en conjunto, buscando abonar a la creación de procesos innovadores, donde la salud mental no ha quedado fuera del mismo.

Dentro de la literatura de salud mental, el uso de la teoría de juegos como una forma de entender las dimensiones multifacéticas de la conducta ya ha recibido bastante atención (Wang, Yang, Li y Zhou 2015, y King-Casas y Chiu 2012).

La mayoría de las investigaciones abordaron el tema de las diferencias de comportamiento entre individuos con desórdenes mentales y poblaciones sanas (Gradin et al. 2015, Shao et al. 2015, Pulcu et al. 2015, Wang et al. 2014, Csukly et al. 2011, Agay et al. 2008 y Makros et al. 2008), lo que significa que la generación de aportaciones innovadoras en el área, específicamente que trabajan desórdenes mentales en la población, son perfectamente realizables. Estos trabajos, que apuntan a alteraciones del procesamiento cognitivo y afectivo (Gradin et al. 2015, Rilling et al. 2007 y Scheele et al. 2013) están enfocados a la búsqueda de soluciones en desórdenes mentales específicos, incluyendo desórdenes tales como el suicidio.

## Definición del problema

Actualmente las estrategias establecidas por la Secretaría de Salud para realizar preventivamente la detección de riesgo de suicidio en jóvenes en el rango de edad de 15 a 29 años, con mayor tasa de riesgo, son principalmente aplicadas en las escuelas. La metodología para hacerlo implica la realización de diversas pruebas, con preguntas complicadas, que, debido a la falta de suficiente personal, se realiza en grupos grandes y por este motivo la prueba pierde privacidad y esto puede sesgar los resultados finales.

A través de Save, videojuego propuesto en esta investigación, buscamos que la detección de casos de depresión con riesgo de suicidio en adolescentes sea más sutil, a través de la interpretación de los diferentes capítulos por los que irá pasando el usuario.

## Cuestionario de Tamizaje de Problemas en Adolescentes (POSIT)

El POSIT (Cuestionario de Tamizaje de Problemas en Adolescentes -en inglés Problem Oriented Screening Instrument for Teenagers-) es un instrumento de evaluación diagnóstica, elaborado y validado en USA, por el National Institute on Drug Abuse (NIDA) y el National Institutes of Health (1991), como parte del Sistema de Evaluación y Referencia del Adolescente (Adolescent Assessment / Referral System, AARS) (Rahdert, 1991).

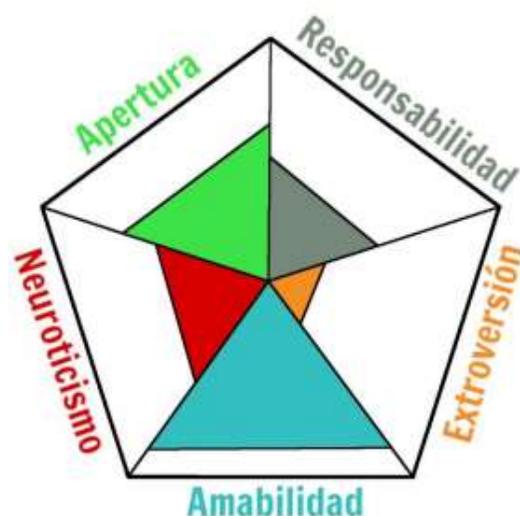
En 1997 fue validado por la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Nacional de Psiquiatría: “Juan Ramón de la Fuente Muñiz”, para población mexicana juvenil, hombres y mujeres, de 13 a 19 años, de cualquier ámbito, ocupación y escolaridad (Mariño, 1998).

## Test de personalidad de los cinco grandes (Big Five Test)

Varios grupos de investigadores independientes descubrieron y definieron los cinco grandes factores mediante investigación empírica basada en datos. Ernest Tupes y Raymond Christal aportaron el modelo inicial, basado en el trabajo realizado en el Laboratorio de Personal de las Fuerzas Aéreas de los EE. UU. En la década de 1950 (Tupes et al., 1961). J. M. Digman propuso su modelo de los cinco factores de personalidad en 1990 (Digman 1990), y Goldman lo llevó a los niveles más altos de las organizaciones en 1993 (Goldberg, 1993).

En una prueba de personalidad, para hacer referencia a los rasgos de los Cinco Grandes, también se puede utilizar el Modelo de los Cinco Grandes (Costa et al., 1992) y los Factores Globales de personalidad (Russell, 1994). En la Imagen 1 se muestran los cinco factores de personalidad.

**Figura 1** Factores considerados en la prueba de personalidad de los cinco grandes



## Metodología del videojuego

### a) Metodología psicológica

Para esta primera fase se realizó la propuesta de la metodología basándonos en las pruebas de la prueba de personalidad de los cinco grandes y el cuestionario de tamizaje de problemas en adolescentes (POSIT). Se consideró importante incluir algunas preguntas iniciales y que pudiesen detonar un riesgo importante, dichas preguntas no estarán dentro de las acciones del videojuego y describen las preferencias del usuario. Las escalas fueron definidas como se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1** Escalas consideradas en el videojuego SAVE

Escala a medir	Test utilizado	Identificador de la escala
Otros riesgos	Cuestionario inicial	1
Control de emociones	Big Five Test	2
Apertura a la experiencia	Big Five Test	3
Control de impulsos	Big Five Test	4
Salud mental	POSIT	5

**Tabla 2** Preguntas utilizadas como base del videojuego SAVE

#	Pregunta	Escala
-	Nombre	n/a
1	Edad (15 a 18 años, 18 a 21 años, 21 a 29 años)	1
2	Género (masculino, femenino, no binario)	1
3	¿Pertenece al colectivo LGTBTIQ?	1
4	¿Han existido suicidios en su familia?	1
5	¿Consume algún tipo de medicamento para relajarse o dormir?	1
6	¿Consume usted alguna droga?	1
7	¿Consume alcohol?	1
8	Suelo sentirme tenso	2
9	Suelo ser una persona ansiosa.	2,5
10	Me siento vulnerable a las críticas de los demás.	2
11	A menudo me siento nervioso.	2,5
12	A veces incluso pequeñas dificultades pueden llegar a preocuparme.	2
13	Toda novedad me entusiasma.	3
14	Soy una persona que busca nuevas experiencias.	3
15	Suelo buscar soluciones nuevas a los problemas para los que ya existe una solución eficaz.	3
16	Siempre me han fascinado las culturas diferentes a la mía.	3
17	No pierdo tiempo en aprender cosas que no estén estrictamente relacionadas a mi campo de interés.	3
18	No comprendo qué empuja a otras personas a sentirse diferentes a la norma.	3
19	No es fácil que algo o alguien me hagan perder la paciencia.	4,5
20	En general no me irrito, ni siquiera en situaciones en las que tendría motivos suficientes para ello.	4,5
21	No suelo reaccionar a las provocaciones.	4,5
22	Soy más bien susceptible.	4,5
23	No suelo perder la calma.	4,5
24	Me canso con frecuencia.	5
25	Me asusto con facilidad.	5

La Escala 1 contempla preguntas de alto riesgo por las estadísticas reportadas para esos casos, es por eso con responder afirmativamente a cualquiera de ellas detona un factor riesgo.

**Tabla 3** Valores por escala asignados a cada pregunta que se resolverá dentro del videojuego SAVE

#	Escala 1	Escala 2	Escala 3	Escala 4	Escala 5
1	15 a 18 (+1) 18 a 21 (+2) 21 a 29 (+3)				
2	No binario (+5) Masculino (+0) Femenino (+1)				
3	Sí (+5) No (+0)				
4	Sí (+5) No (+0)				
5	Sí (+5) No (+0)				
6	Sí (+5) No (+0)				
7	Sí (+5) No (+0)				
8		Sí → +1 No → 0			
9		Sí → +1 No → 0			
10		Sí → +1 No → 0			
11		Sí → +1 No → 0			Sí → +1 No → 0
12		Sí → +1 No → 0			
13			Sí → 0 No → +1		
14			Sí → 0 No → +1		
15			Sí → 0 No → +1		
16			Sí → 0 No → +1		
17			Sí → +1 No → 0		
18			Sí → +1 No → 0		
19				Sí → 0 No → +1	Sí → 0 No → +1
20				Sí → 0 No → +1	Sí → 0 No → +1
21				Sí → 0 No → +1	Sí → 0 No → +1
22				Sí → +1 No → 0	Sí → +1 No → 0
23				Sí → +1 No → 0	Sí → +1 No → 0
24					Sí → +1 No → 0
25					Sí → +1 No → 0

Los resultados mostrados al experto serán cada una de estas escalas, por lo que la decisión final del riesgo deberá tomarse con base al historial clínico del paciente sumado a los riesgos detectados por esta prueba. Tanto las afirmaciones o preguntas como las escalas fueron definidas con la ayuda de expertos en psicología. El cuestionario propuesto puede ser visto en la Tabla 2.

Los valores asignados a las respuestas a cada cuestionamiento de la Tabla 2. para cada escala pueden ser vistos en la Tabla 3.

La interpretación para la Escala 1 puede ser vista en la Tabla 4. La interpretación para la Escala 2 puede ser vista en la Tabla 5. La interpretación para la Escala 3 puede ser vista en la Tabla 6. La interpretación para la Escala 4 puede ser vista en la Tabla 7. Finalmente, la interpretación para la Escala 5 puede ser vista en la Tabla 8.

**Tabla 4** Tabla de interpretación de la escala 1 para el videojuego SAVE

Valor	Interpretación
1 a 5	Promedio
Más de 5	Muy alto

**Tabla 5** Tabla de interpretación de la escala 2 para el videojuego SAVE

Valor	Interpretación
0 a 1	Muy bajo
2	Bajo
3	Promedio
4	Alto
5	Muy alto

**Tabla 6** Tabla de interpretación de la escala 3 para el videojuego SAVE

Valor	Interpretación
0 a 1	Muy bajo
2	Bajo
3	Promedio
4	Alto
5	Muy alto

**Tabla 7** Tabla de interpretación de la escala 4 para el videojuego SAVE

Valor	Interpretación
0 a 1	Muy bajo
2	Bajo
3	Promedio
4	Alto
5	Muy alto

**Tabla 8** Tabla de interpretación de la escala 5 para el videojuego SAVE

Valor	Interpretación
0 a 1	Muy bajo
2	Bajo
3	Promedio
4	Alto
5	Muy alto

La metodología fue publicada en el Congreso Mexicano de Psicología (Padilla, C., 2018).

## b) Storyboard del videojuego

El Storyboard de un videojuego hace referencia al guion del mismo. Es necesaria su creación a fin de establecer un boceto claro, pero no es definitivo hasta la creación final del mismo. El guión del storyboard del videojuego es descrito a continuación.

### *Inicio del videojuego*

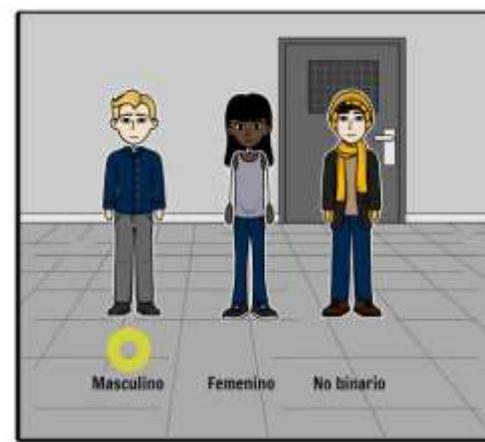
En el inicio del videojuego se realizará la configuración del usuario, solicitando las preguntas 1 a 7 del cuestionario y un nombre como identificador.

**Figura 2** Storyboard del videojuego SAVE: Pantalla de inicio

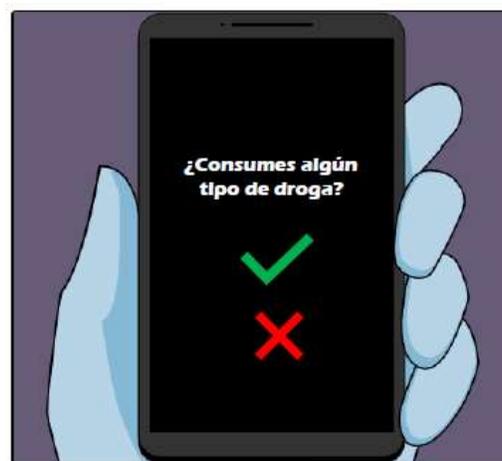
**Figura 3** Storyboard del videojuego SAVE: Pantalla de ingreso de nombre del personaje



**Figura 4** Storyboard del videojuego SAVE: Pantalla de selección de género



**Figura 5** Storyboard del videojuego SAVE: Pantalla de ejemplo de pregunta directa



### *Capítulo 1 del videojuego: El autobús*

Para el primer capítulo el usuario tomará un autobús. En algún momento el autobús se detendrá y aparecerá un letrero diciendo que debe esperar por un tiempo en lo que reparan la situación. El tiempo será de aproximadamente un minuto para continuar el trayecto, pero el usuario tiene la posibilidad de salir y tomar un taxi para llegar de forma rápida. Con esto buscaremos medir la ansiedad del usuario ante situaciones de frustración.

Para medir la ansiedad utilizaremos una pulsera creada por el MIT (Massachusetts Institute of Technology) llamada Neumitra que monitorea los niveles de estrés y ansiedad. A través de este capítulo buscaremos responder si es positiva o no la pregunta 9. En la Figura 6 puede ser visto un ejemplo de este escenario.

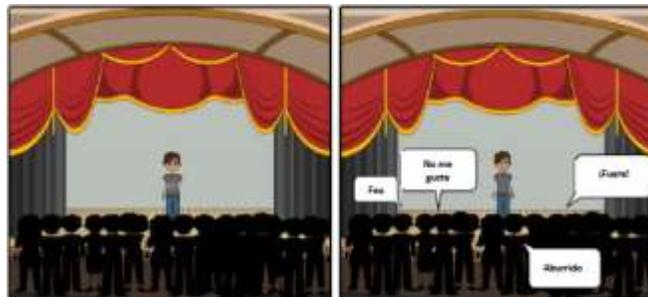
*Capítulo 2 del videojuego: El teatro.*

Para el segundo capítulo del videojuego el usuario llegará a un teatro, él será la estrella principal de la función, pero en algún momento comenzará a escuchar críticas hacia lo que está realizando. Tendrá dos opciones, la primera será continuar con la función y la segunda será pedir a las personas que salgan del lugar. Con esta prueba mediremos la tolerancia a la crítica por parte del usuario y responderemos a la pregunta número 10. En la Figura 7 puede ser visto un ejemplo de este escenario.

**Figura 6** Storyboard del videojuego SAVE: Pantalla de ejemplo de pregunta directa



**Figura 7** Storyboard del videojuego SAVE: Simulación de la segunda prueba



*Capítulo 3 del videojuego: Acomodar objetos*

El usuario atravesará por un nuevo capítulo, en el que debe organizar algunas figuras dependiendo de la forma, pero tendrá poco tiempo para hacerlo. A través de esta prueba mediremos si suele sentirse nervioso con facilidad ante situaciones realmente cotidianas. Para estos niveles utilizaremos también la pulsera creada por el MIT (Massachusetts Institute of Technology) llamada Neumitra. Un ejemplo de este escenario puede ser visto en la Figura 8. Esta prueba responderá a la pregunta 11.

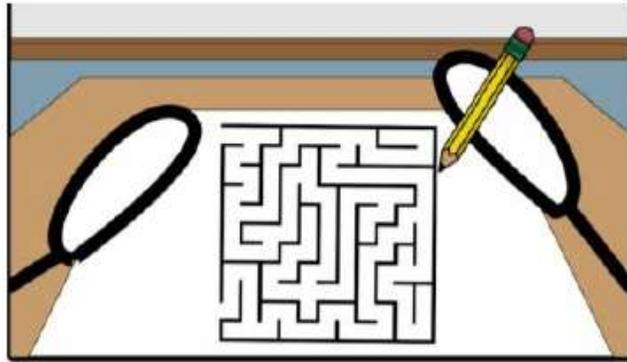
**Figura 8** Storyboard del videojuego SAVE: Simulación de la tercera prueba



#### Capítulo 4 del videojuego: El laberinto

Una vez concluida la prueba 3, el usuario irá hacia un laberinto. La prueba mencionará que el laberinto ya se encuentra resuelto, pero que el usuario puede tomar el riesgo de buscar su propia solución al mismo, puesto que la solución propuesta no es la ideal. Este capítulo responderá a las preguntas 13, 14 y 15. Un ejemplo de este escenario puede ser visto en la Figura 9.

**Figura 9** Storyboard del videojuego SAVE: Simulación de la cuarta prueba



#### Capítulo 5 del videojuego: La tienda

Para el capítulo 5 el usuario irá hacia una tienda. En la tienda deberá hacer fila para adquirir un producto. El personaje que se encontrará delante de él buscará medir su paciencia. En todo momento el usuario tendrá la posibilidad de ejercer presión sobre el personaje para que concluya o pueda ceder el paso. Este capítulo responderá a la pregunta 19. Un ejemplo de este escenario puede ser visto en la Figura 10.

**Figura 10** Storyboard del videojuego SAVE: Simulación de la quinta prueba



#### Capítulo 6 del videojuego: Situación de peligro

En este capítulo el usuario se enfrentará a una situación de peligro, comenzará a quemarse la tienda en la que realizó las compras. Para salir debe seguir instrucciones precisas. En caso de no seguir las instrucciones, el usuario pasará al capítulo 7 automáticamente. Este capítulo responderá a la pregunta número 23. Un ejemplo de este escenario puede ser visto en la Figura 11.

**Figura 11** Storyboard del videojuego SAVE: Simulación de la sexta prueba



### Capítulo 7 del videojuego: Prueba física

El usuario deberá correr para llegar a la última prueba. Se buscará un tiempo promedio a través de diferentes pruebas a diversos usuarios. En caso de estar fuera del rango, se podrá responder a la pregunta 24. También se medirá el ritmo cardiaco del usuario para tomar la decisión. Un ejemplo de este escenario puede ser visto en la Figura 12.

**Figura 12** Storyboard del videojuego SAVE: Simulación de la séptima prueba



### Capítulo 8 del videojuego: Habitación oscura

Para la octava prueba el usuario deberá ingresar a una habitación oscura, dentro de la misma podrá ver a personas inesperadamente o escuchar ruidos extraños. Deberá lograr encontrar la salida. Para esta prueba se medirá el ritmo cardiaco del usuario. Con esto responderemos a la pregunta 25. Una imagen recreativa de esta prueba puede ser vista en la Figura 13.

**Figura 13** Storyboard del videojuego SAVE: Simulación de la octava prueba



Al finalizar todas las pruebas el Psicólogo obtendrá un diagnóstico de cada escala, con lo que podrá tomar decisiones al respecto sobre el paciente. Asimismo, el Psicólogo obtendrá un resumen de lo sucedido en el videojuego, los tiempos utilizados para cada prueba, los resultados de los sensores y la información inicial vertida en el mismo.

### Conclusiones

A través de la presente investigación fue posible presentar una propuesta de metodología (tanto psicológica como el storyboard) para la realización de un videojuego que detecte casos de depresión con tendencias suicidas en adolescentes.

Como trabajo futuro se buscará realizar el desarrollo del mismo, así como implementar más pruebas y definir nuevos escenarios.

### Referencias

Agay, N., Kron, S., Carmel, Z., Mendlovic, S. & Levkovitz, Y. (2008). Ultimatum bargaining behavior of people affected by schizophrenia. *Psychiatry Res.* 157, 39–46.

Centros de Integración Juvenil, A. C. (2017). Manual para la aplicación del Cuestionario de Tamizaje de Problemas en Adolescentes (POSIT).

- Costa, P.T., Jr., McCrae, R.R. (1992). Revised NEO Personality Inventory (NEO-PI-R) and NEO Five-Factor Inventory (NEO-FFI) manual. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Csukly, G., Polgár, P., Tombor, L., Réthelyi, J. & Kéri, S. (2011). Are patients with schizophrenia rational maximizers? Evidence from an ultimatum game study. *Psychiatry Res.* 187, 11–17 (2011).
- Digman, J.M. (1990). Personality structure: Emergence of the five-factor model. *Annual Review of Psychology*, 41, 417–440.
- Goldberg, L.R. (1993) The structure of phenotypic personality traits. *American Psychologist*, 48, 26–34.
- Gradin, V. B. et al. (2015). Abnormal brain responses to social fairness in depression: an fMRI study using the Ultimatum Game. *Psychol. Med.* 45, 1241–51.
- Insel, T. R., Collins, P. Y. & Hyman (2015), S. E. Darkness invisible: The hidden global costs of mental illness. *Foreign Affairs* 94.
- King-Casas, B. & Chiu, P. H. (2012). Understanding interpersonal function in psychiatric illness through multiplayer economic games. *Biol. Psychiatry* 72, 119–125.
- Lezak, M. (1995). *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press.
- Mariño M. C., González-Forteza C., Andrade P., Medina-Mora M. E. (1998). Validación de un cuestionario para detectar adolescentes con problemas por el uso de drogas, *Salud Mental*; 21(1): 27-36.
- Mokros, A. et al. (2008). Diminished cooperativeness of psychopaths in a prisoner's dilemma game yields higher rewards. *J. Abnorm. Psychol.* 117, 406–413.
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2018). Suicidio en jóvenes. Consultado en Abril del 2018. URL: [http://www.who.int/mental\\_health/suicide-prevention/infographic/es/](http://www.who.int/mental_health/suicide-prevention/infographic/es/)
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2018). Depresión. Consultado en Abril del 2018. URL: <http://www.who.int/topics/depression/es/>
- Padilla, C, Pizano, V., Ramírez, C., Aguilar, E., Medina, Y., González, S. y Fallavollita, P. (2018). "Metodología de un videojuego para detectar casos de depresión con tendencias suicidas en adolescentes". *Memorias del XXVI Congreso Mexicano de Psicología*.
- Pulcu, E. et al. (2015). Social–economical decision making in current and remitted major depression. *Psychol. Med.* 45, 1–13.
- Rahdert, E. (1991). *The Adolescent Assessment/Referral System Manual*. DHHS Publication No. (ADM)91-1735.
- Rockville, Md: National Institute on Drug Abuse, US Department of Health and Human Services.
- Rilling, J. K. et al. (2007). Neural Correlates of Social Cooperation and Non-Cooperation as a Function of Psychopathy. *Biol. Psychiatry* 61, 1260–1271.
- Russell, M.T., Karol, D. (1994). *16PF Fifth Edition administrator's manual*. Champaign, IL: Institute for Personality & Ability Testing.
- Scheele, D., Mihov, Y., Schwederski, O., Maier, W. & Hurlmann, R. (2013). A negative emotional and economic judgment bias in major depression. *Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neurosci.* 263, 675–683.
- Shao, R., Zhang, H. & Lee, T. M. C. (2015). The neural basis of social risky decision making in females with major depressive disorder. *Neuropsychologia* 67, 100–10.

Steel, Z. et al. (2014). The global prevalence of common mental disorders: A systematic review and meta-analysis 1980–2013. *Int. J. Epidemiol.* 43, 476–493.

Tupes, E.C., Christal, R.E. (1961). Recurrent Personality Factors Based on Trait Ratings. Technical Report ASDTR- 61-97, Lackland Air Force Base, TX: Personnel Laboratory, Air Force Systems Command.

Wang, Y. et al. (2014). Impaired social decision making in patients with major depressive disorder. *BMC Psychiatry* 14, 18.

Wang, Y., Yang, L. -Q., Li, S. & Zhou, Y. (2015). Game Theory Paradigm: A New Tool for Investigating Social Dysfunction in Major Depressive Disorders. *Front. Psychiatry* 6, 128.

**Transición de la Norma TS 16949:2009 A IATF 16949:2016 en las Empresas Automotrices del Parque Industrial de San Francisco de los Romo**

**Transition from TS 16949: 2009 to IATF 16949: 2016 in the Automotive Companies of the Industrial Park of San Francisco de los Romo**

VAZQUEZ-GUTIERREZ, Rosa Inés, FLORES-AGUILAR, Mauricio y NÚÑEZ-MONTALVO, Juan Manuel

*Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Rosa Inés, Vazquez-Gutierrez* / **ORC ID:** 0000-0001-8774-7737, **Researcher ID Thomson:** X-2867-2018, **CVU CONACYT ID:** 529498

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Mauricio, Flores-Aguilar* / **ORC ID:** 0000-0003-0846-3803, **Researcher ID Thomson:** X-2169-2018, **CVU CONACYT ID:** 687471

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Juan Manuel, Núñez-Montalvo* / **ORC ID:** 0000-0003-1053-8843, **Researcher ID Thomson:** X-3186-2018, **CVU CONACYT ID:** 260539

R. Vazquez, M. Flores y J. Núñez

rosa.vazquez@utna.edu.mx

V. Luna, (Dir.). Ingeniería, Proceedings-©ECORFAN-México, CDMX, 2019.

## Resumen

Esta investigación es el resultado de 3 investigaciones realizadas en dos de los principales Parques Industriales del estado de Aguascalientes, México. Los parques industriales en los cuales se basa esta investigación son el San Francisco de los Romo y el Parque Industrial del Valle de Aguascalientes, conocido como PIVA, así como el parque Santa Clara. El presente trabajo tiene como objeto investigar cuáles son los aspectos más importantes sobre los elementos que se integraron para la transición de la Norma TS 16949 a la IAFT 16949 en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo. Se analiza los aspectos más importantes de las empresas en los que incurren al implementar esta norma automotriz como en los siguientes capítulos de la norma: Capítulo 4: Contexto de la organización, Capítulo 5: Liderazgo, Capítulo 6: Planificaciones, Capítulo 7: Apoyo, Capítulo 8: Operación, Capítulo 9: Evaluación del desempeño, Capítulo 10: Mejora.

## Calidad, Industria Automotriz, IAFT 16949

### Abstract

This investigation is the result of three investigations carried out in two of the Main Industrial Parks of the State of Aguascalientes, México. The industrial parks on which this research is based are the Industrial Park of San Francisco de los Romos and the Industrial Park of the Valley of Aguascalientes, known as PIVA also we have other investigation of Santa Clara park. The purpose of this paper is to investigate what are the most important aspects about the elements that were integrated for the transition from TS 16949 to IAFT 16949 in the Industrial Park of San Francisco de los Romo. The most important aspects of the companies they incur when implementing this automotive standard are analyzed as in the following chapters of the standard: Chapter 4: Context of the organization, Chapter 5: Leadership, Chapter 6: Planning, Chapter 7: Support, Chapter 8: Operation, Chapter 9: Performance evaluation, Chapter 10: Improvement.

## Quality, Automotive Industry, IAFT 16949

### Introducción

El presente informe expone un análisis de la Transición de la norma TS 16949:2009 a la IAFT 16949:2016 en las empresas automotrices del Parque Industrial de San Francisco de Romo.

Se realizó una encuesta de para realizar el análisis de la transición de la norma TS16949 a IATF16949, aquí se formularon las preguntas necesarias para contemplar los puntos más importantes de la norma desde el capítulo 4 al 10 de dicha norma.

Los capítulos de la norma son:

- Capítulo 4: Contexto de la organización
- Capítulo 5: Liderazgo
- Capítulo 6: Planificaciones
- Capítulo 7: Apoyo
- Capítulo 8: Operación
- Capítulo 9: Evaluación del desempeño
- Capítulo 10: Mejora

Enseguida se muestran los resultados de la encuesta aplicada a una muestra de 8 empresas de un universo de 12 empresas que corresponden al 72% de ramo automotriz en dicho parque.

Este proyecto beneficia a la industria automotriz y metal mecánica pues permite conocer cuáles son las fortalezas y debilidades sobre la aplicación de la transición de la norma del corazón automotriz IAFT 16949:2016.

## 1. Metodología

De acuerdo a Hernández Sampieri (2010) el estudio que se aplicó fue un estudio “Exploratorio Cuantitativo” donde se utilizará una herramienta de recuperación de datos tipo encuesta.

## 2. Muestreo

El tipo de muestreo que se realizó fue estratificado.

La ventaja de este tipo de muestreo es que tiende a asegurar que la muestra represente adecuadamente a la población en función de unas variables seleccionadas. También permite obtener estimaciones más precisas y su objetivo es conseguir una muestra lo más semejante posible a la población en lo que a la o las variables estratificadas se refiere.

El resultado fue una muestra de 8 empresas de 11 registradas como empresas automotrices.

<b>Empresas automotrices en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo Aguascalientes</b>	
-	San-s Mexicana SA de CV
-	Sistemas de Arnese K&S Mexicana
-	Gestamp México SA de CV
-	Kotobukiya Treves de México
-	Sacred Mexicana SA de CV
-	Calsonic Kansei
-	Mabuchi Motor
-	Suncall
-	Sumimoto
-	ITW Automotive Products México SA de CV

## 3. Antecedentes

La norma automotriz original fue implementada por primera vez en 1999 por la IATF en conjunto con el comité técnico de la ISO para la gestión de la calidad, ISO/TC 176 con el objetivo de ajustar los sistemas de evaluación y certificación dentro de la cadena de suministro automotriz global.

Dicha norma, la ISO/TS 16949 fue una de las normas internacionales más ampliamente utilizadas para la gestión de la calidad dentro del sector automotriz.

Esta norma fue remplazada por la nueva norma de la industria automotriz IATF 16949:2016 publicada el 1 de octubre de 2016 por la International Automotive Task Force (IATF).

Todas las empresas automotrices debieron haber completado su transición a la norma 16949:2016 antes del 14 de septiembre de 2018.

Enseguida se muestra un resumen de lo que debe contemplar cada uno de los capítulos de esta norma.

### Capítulo 4. Contexto de la organización

Este capítulo establece el contexto del SGC y como la estrategia empresarial lo soporta. Da a una organización la oportunidad de identificar y comprender los factores y partes en su entorno que apoyan al sistema de gestión de la calidad.

La organización tendrá que identificar las partes interesadas que son relevantes para su SGC, estos podrían incluir accionistas, empleados, clientes, proveedores, órganos estatuarios y reguladores.

También se debe determinar el alcance del SGC. Esto podría incluir el conjunto de la organización o funciones específicas identificadas.

## Capítulo 5: Liderazgo

La alta dirección debe mostrar liderazgo y compromiso. El líder (o el jefe) de la organización no solo debe demostrar que lo es, sino que debe estar comprometido.

La alta dirección debe mostrar el liderazgo y compromiso a través de:

- La integración de los requisitos del sistema de gestión de la calidad en los procesos de negocio de la organización.
- Definiendo la política de calidad.
- Estableciendo roles, responsabilidades y autoridades.
- Promoviendo el uso del enfoque a procesos (Dueño del proceso) y el pensamiento basado en riesgos.

## Capítulo 6: Planificaciones

La planificación es la etapa más importante, pues de ella depende el éxito de la implementación del sistema.

Algunos de los hitos críticos son:

- Riesgos y oportunidades. Acciones a llevar a cabo.
- Acción preventiva para la eliminación de las causas de no conformidades potenciales.
- Establecimiento de objetivos estratégicos de la gestión de la calidad y la importancia de comunicarlos al personal.
- Plan de contingencia.
- Planificación de los cambios. Los cambios se deben llevar a cabo de manera planificada y sistemática.

## Capítulo 7: Apoyo

El sistema de gestión se fundamenta en el uso eficiente de los siguientes recursos:

- Recursos: humanos, infraestructuras y medio ambiente para la operación de los procesos de seguimiento y medición (análisis del sistema de medición. MSA), conocimientos organizativos.
- Laboratorio interno y externo (recomendable acreditación ISO 17025)
- Competencia. Se ha de determinar la competencia necesaria de las personas que realizan su trabajo que afecta al desempeño y eficacia del sistema.
- Se ha de proporcionar al personal, formación para su puesto de trabajo (se debe incluir la formación en los requisitos del cliente).
- Requisitos específicos relativos a la competencia del auditor interno y del auditor de segunda parte.

## Capítulo 8: Operación

Estas son algunas de las cláusulas más importantes de la norma:

- Planificación y control operacional.
- Requisitos y especificaciones técnicas del producto del cliente.
- Requisitos de logística.
- Factibilidad de la fabricación.
- Planificación del proyecto.
- Criterios de aceptación.

La organización debe determinar los requisitos para los productos y servicios (factibilidad de la fabricación).

Diseño y desarrollo de los productos y servicios (desarrollo de productos con software)

## Capítulo 9: Evaluación del desempeño

Una vez implementado el sistema de gestión, la norma exige un seguimiento permanente y revisiones periódicas para mejorar su desempeño:

- Seguimiento, medición, análisis y evaluación de procesos y satisfacción del cliente.
- Auditorías internas a intervalos planificados
- Revisión del sistema por la dirección. Se han de definir las entradas y salidas de la revisión.

## Capítulo 10: Mejora

La compañía debe asegurarse de mejorar continuamente la eficacia de los procesos.

- No conformidades y acciones correctivas ya no aparecen como tal, las acciones preventivas
- Mejora continua

## 4. Resultados

### Capítulo 4: Contexto de la Organización

Las empresas encuestas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo el 87% es de capital foráneo y el 13% es de capital nacional y foráneo.

**Figura 1** Gráfico de las empresas por capital



De las empresas encuestadas en San Francisco de los Romo el 37% contestó que es TIER 1, el 25% TIER 2 y el 38% es TIER 1 y TIER 2.

En las empresas encuestadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo el 50% de las empresas tienen más de 10 años con la certificación TS16949 mientras el 12 % tienen menos de 10 años con la certificación. Por lo tanto el 38% está en vía de certificación.

Por otro lado, conociendo la importancia y la necesidad de que los proveedores estén certificados, preguntamos que con que certificación cuentan sus proveedores. De lo cual las empresas encuestadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo contestaron que el 50% de sus proveedores cuenta con la certificación ISO 9001:2015. El 25% cuenta con la certificación TS16949:2009 y el otro 25% cuenta con la certificación IATF 16949:2016.

De las empresas encuestadas el 87% dicen que todos sus clientes le solicitan tener la certificación IATF 16949:2016 y el 13% dice que ninguno de sus clientes le solicita tener la certificación IATF 16949:2016.

En las empresas encuestadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo, manifiesta utilizan indicadores en calidad y producción.

Otro resultado fue que el 62% de las empresas encuestadas utiliza OFFICE como sistema de cómputo en el cual administran sus documentos, sin embargo el 12% maneja el SAP, mientras un 16% utiliza los siguientes sistemas de cómputo: KJS, Smart Factory, Map y Jasper y el 10% restante utiliza el Q-boc.

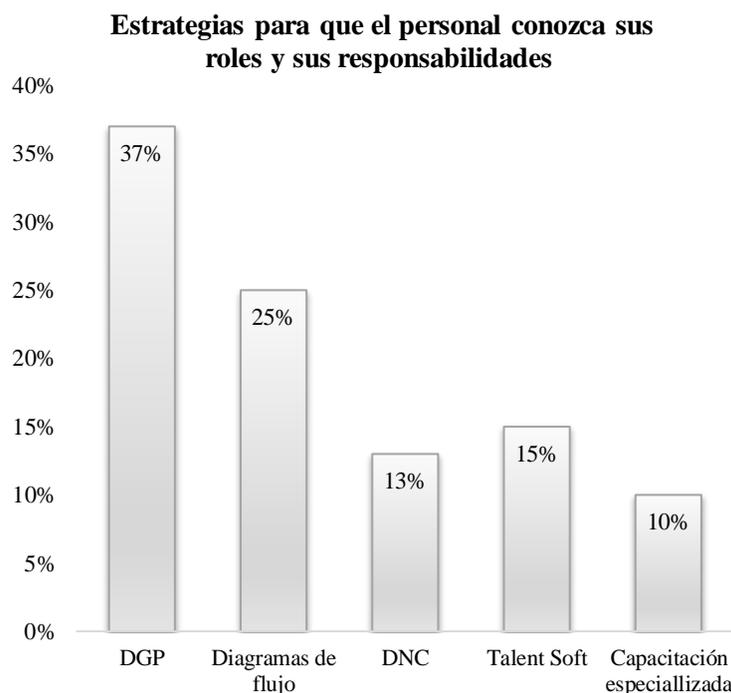
## Capítulo 5: Liderazgo

De estas empresas encuestadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo se preguntó qué instrumentos utilizaban para comunicarse entre departamentos de lo cual un 50% contestó que utilizan como instrumento el tablón de anuncios, correo electrónico y línea telefónica, un 12 % utiliza correo electrónico y línea telefónica, mientras el 13% utiliza tablón de anuncios y correo electrónico; sin embargo, el 25% contestó que utiliza como medio principal el correo electrónico.

Estas empresas para garantizar que la política de calidad sea conocida capacitan al personal además de que utilizan las pancartas y los gafetes como medio de comunicación de dicha política.

Las empresas encuestadas indicaron en un 37% que utiliza la herramienta de DGP (Descripción General de Puesto) para que el personal conozca sus roles y sus responsabilidades, mientras el 25% emplea los diagramas de flujo, el 13% maneja el DNC (Detección de Necesidades de Capacitación). Sin embargo; el 15% usa el Talent Soft y el 10% restante prefiere utilizar la capacitación especializada.

**Figura 2** Gráfico de Estrategias para conocer los roles y las responsabilidades



De las empresas consultadas, se le preguntó qué hacían para prevenir y reducir los efectos indeseados en la realización de sus productos a lo cual contestaron que realizaban auditorías internas.

## Capítulo 6: Planificaciones

Estas son las 3 actividades que consideran en su mayoría las empresas consultadas que han disminuido los problemas en planta a través del análisis de riesgo las cuales fueron siguientes:

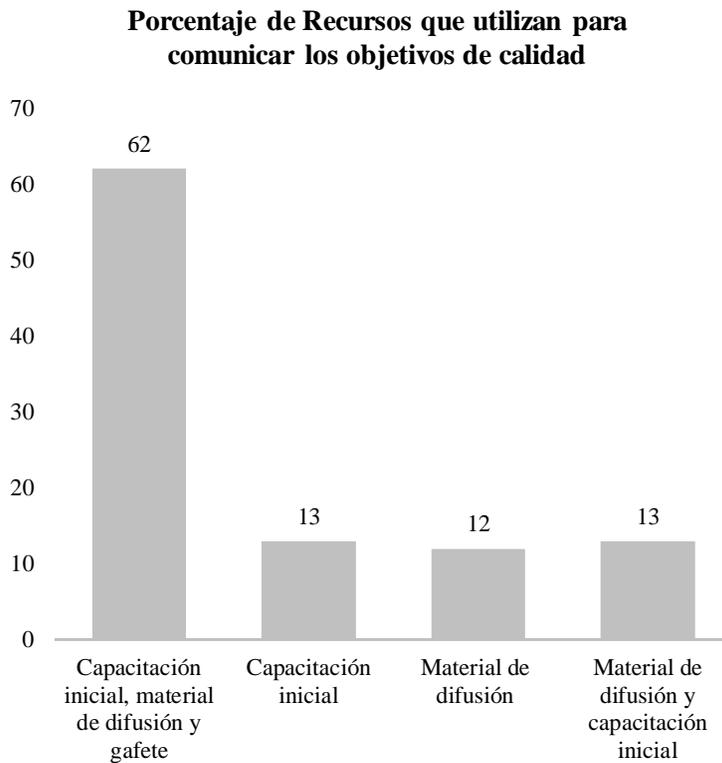
- Auditorías del producto
- Scrap
- Reclamos

También fue cuestionado, a través de que herramienta documentaban una acción preventiva a lo cual mencionaron el uso del AMEF.

De las empresas encuestadas mencionaron que cuando se hace un plan de contingencia se consideran prioritarios los procesos, los servicios y los escasos de mano de obra.

El 62% de las empresas encuestadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo indicó que utiliza la capacitación inicial, materia de difusión y gafete para comunicar los objetivos de la calidad, mientras el 13% se enfoca en la capacitación inicial. Sin embargo, el 12% usa la materia de difusión y por último 13% emplea la materia de difusión y la capacitación inicial.

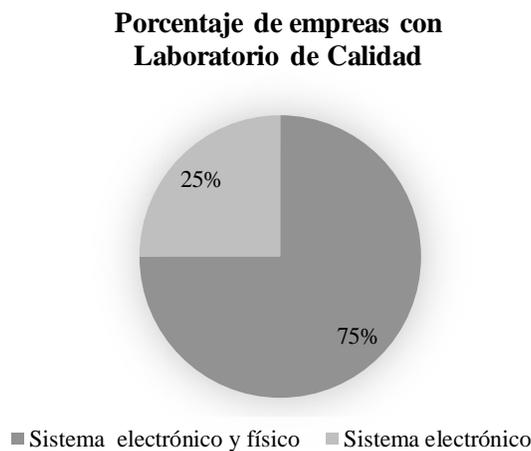
**Figura 3** Porcentaje de Recursos que utilizan para comunicar los objetivos de calidad



El 50% de las empresas encuestadas utiliza bonificaciones como incentivo para reducir el estrés y prevenir el burnout, el 13% utiliza regalos, mientras el 13% utiliza cursos de cambio de actitud. No obstante el 25% no utiliza ningún incentivo.

El 62% de las empresas encuestadas cuenta con laboratorio interno y externo, el 25% cuenta con laboratorio interno y el 13% no cuenta con ningún laboratorio.

**Figura 4** Gráfico de Porcentaje de empresas con Laboratorio de Calidad



De las empresas que se encuestaron en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo el 37% realiza como servicio de laboratorio: inspección, pruebas y calibración, un 25% realiza calibración, el 13% señaló que realiza inspección y pruebas, mientras el 13% realiza pruebas y calibración; sin embargo el otro 13% restante no realiza ningún servicio de laboratorio ya que no cuenta con uno.

El 100% de las empresas encuestadas no cuenta con una certificación de laboratorio.

De las empresas encuestadas contestaron en su mayoría que aplica la capacitación interna y la documentación de fallas para adquirir conocimiento interno en la empresa.

De las empresas consultadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo contesto que utiliza cursos de instituciones privadas y la capacitación por cliente para adquirir conocimiento externo a la empresa.

El 100% de las empresas encuestadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo realiza la validación del diseño y desarrollo de acuerdo a las especificaciones del cliente incluidas las normas reglamentarias aplicables.

El 100% de las empresas encuestadas en el parque industrial de San Francisco de los Romo cuentan con un programas de prototipos y plan de control.

De las empresas encuestadas el 100% siempre establecen, implementan y mantienen un proceso de aprobación del producto de su fabricación.

De las empresas encuestadas el 100% aseguran que los procesos, productos y servicios suministrados externamente son conforme a los requisitos del cliente de acuerdo al diseño y desarrollo del producto.

El 87% de las empresas encuestadas en el parque industrial de San Francisco de los Romo cuenta con un proceso documentado para identificar los procesos contratados externamente, el 13% no cuenta con uno ya que no cuenta con procesos externos.

El 100% de las empresas encuestadas tienen documentado un proceso para asegurar que los productos, procesos y servicios comprados estén apegados a los requisitos legales y reglamentarios del país.

El 75% de las empresas encuestadas aseguran que sus proveedores externos desarrollen un Sistema de Gestión de la Calidad, el 13% rara vez lo asegura y el otro 12% nunca se asegura ya que no cuenta con proveedores externos.

El 25% de las empresas encuestadas asegura un software para productos automotrices o productos automotrices con software integrado, el 75% no se asegura ya que no se tiene un software para productos automotrices.

De las empresas encuestadas el 100% cuenta con un proceso documentado y criterios para evaluar el desempeño de sus proveedores externos para asegurar la conformidad de los procesos.

El 87% de las empresas encuestadas tiene un proceso de auditoría de segunda parte en sus acciones de gestión de proveedores externos, el 13% nunca lo ha tenido.

El 100% de las empresas encuestadas tienen auditores internos.

De las empresas encuestas en este parque se les pregunto en que norma capacitan a sus auditores de lo cual el 13% contesto que capacita a sus auditores en IATF, 31000 y 9011 mientras el 37% señaló que capacita a sus auditores en ISO 9001e IATF 16949:2016 por otro lado el 13% capacita a sus auditores en ISO 90001:2015, IATF 16949:2016 y VDA-VQS; sin embargo, el 37% se centra en capacitar a sus auditores en IATF 16949: 2016.

A las empresas encuestadas se les preguntó en donde consideraban que sus auditores estaban mayormente capacitados, sobre esto mencionaron que consideran que están más capacitados en conducir auditorías y cerrar auditorías.

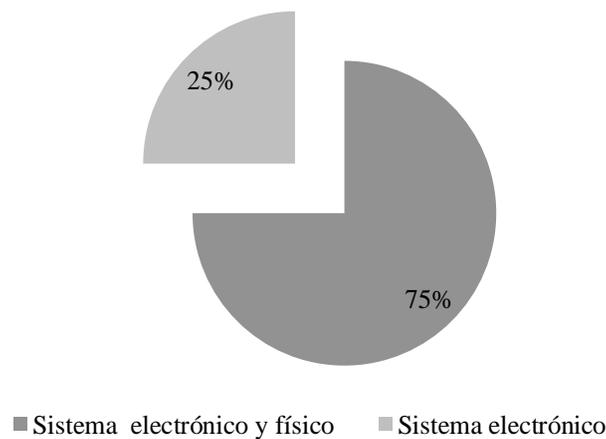
Para mantener la comunicación de los cambios en el SGC se les preguntó a las empresas encuestadas que medios utilizaban de lo cual el 50% respondió que utilizan el E-mail, un 25% mencionó los memorándums, mientras el 50% señaló que utilizan la difusión en tableros; sin embargo el 37% contestó que utilizan como medio el personal, por lo tanto el 62% considera el intranet como medio de comunicación en los cambios en el Sistema de Gestión de Calidad.

El 100% las empresas encuestadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo cuentan con un manual de calidad.

También, las empresas encuestadas un 75% cuenta con un sistema electrónico y físico para mantener los documentos o registros y el 25% restante solo cuenta con un sistema electrónico para almacenarlos.

**Figura 5** Gráfico Sistema para mantener los documentos o registros

**Sistema para mantener los documentos o registros**



Así mismo, el 87% de las empresas analizadas almacenan la información más de 10 años y el 13% lo almacena menos de 10 años.

## Capítulo 8: Operación

Al lanzar un nuevo producto, el 37% de las empresas encuestadas tienen una corrida de producción de 2 a 3, mientras el 25% tiene como corridas de 3 a 5, y el 38% restante tiene generalmente de 5 a 10 corridas.

El 37% de las empresas encuestadas realiza el diseño de sus productos el 63% no realiza el diseño de sus productos por lo que infiere que en su mayoría las empresas son maquiladoras.

De las empresas encuestadas el 87% aplica el APQP para administrar sus proyectos mientras el 13% aplica un VDA –RGA.

El 50% de las empresas encuestadas aplica como herramienta para el diseño del análisis de riesgo el: AMEF, control plan y diagramas de flujo, el 25% aplica el AMEF, mientras el 13% utiliza como combinación las herramientas como el AMEF, control plan y procedimientos; sin embargo el 13% emplea como herramienta el AMEF y los procedimientos.

De las empresas encuestadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo, un 87% señaló que no cuenta con un software para evaluar el análisis de riesgo; sin embargo, el 13% cuenta con un software el cual es el Skill.

Sobre las actividades que realizan las empresas cuando hay un acuerdo de servicio con el cliente, las empresas encuestadas mencionaron que por lo general un 50% realiza la validación de los nuevos productos con el cambio actualizado por otro lado el 25% verifica que los centros de servicios satisfagan los requisitos del cliente mientras el 37% señaló que asegura que las personas de servicio estén certificadas en el uso del herramental o equipo; sin embargo el 25% mencionó que se verifica que los centros de servicio satisfacen los requisitos del cliente.

El 62% de las empresas encuestadas tiene evidencia histórica de herramientas y equipos más de 2 años el 38% tiene evidencia histórica de cuando menos un año.

De las empresas encuestadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo se les preguntó qué actividades efectúan para mantener el control de cambios del cual contestaron lo siguiente:

- En un 75% mencionó que hay evidencia documentada de que los requisitos de productos y servicios estén de conformidad a lo solicitado por el cliente mientras el 25% no lo menciona.
- Así mismo, el 87% señaló que existe un proceso documentado de los cambios que afectan la realización del producto por lo tanto el 13 % no lo tiene.
- Un 75% seleccionó que se conserva información documentada de los resultados de los cambios, del cual el 25% no lo menciona.

De las empresas encuestadas, cuando realizan un control de cambio en el diseño del producto, en la opción A) 7 de cada 8 mencionó que realiza una notificación al cliente de los cambios en la realización del producto después de la aprobación del producto más reciente, en la opción B) 8 de cada 8 dijeron que deben de contar con la aprobación del cliente antes de la aplicación de los cambios. Así mismo, en la opción C) 5 de cada 8, mencionó que realiza una corrida de prueba con los cambios autorizados. Por último en la opción D), 5 de cada 8 dijo que toman como acciones la validación de los nuevos productos con el cambio actualizado.

También fue cuestionado que acciones realizan las empresas cuando el proceso de producción realiza cambios temporales del cual contestaron en la opción A) 7 de 8 que se tiene identificado, documentado y reguardado un listado de controles del proceso. En la opción B) mencionaron 6 de 8 empresas encuestadas que se mantiene y revisa periódicamente los métodos de control de los procesos alternativo, mientras en la opción C) 4 de cada 8 dijeron que se tiene documentación de los equipos de inspección, en la opción D) 5 de 8 dijo que se tiene documentación de los equipos de ensayo aprueba de error. Así mismo, en la opción E) 4 de cada 8, mencionó que se mantiene documentación de métodos de respaldo aprobados. Por último en la opción F) 4 de cada 8 señalo que se mantiene documentación de métodos alternativos aprobados.

El 87% de las empresas encuestadas tiene trazabilidad de todos los productos producidos como retención de la primera y última pieza de cada turno el 13% no la tiene.

En la opción A) 3 de cada 8 De las empresas encuestadas mencionó que para la liberación de productos y servicios se lleva a cabo cuando se han completado satisfactoriamente las disposiciones planificadas, en la opción B) 3 de 8 dijo que se lleva acabo cuando se aprueba por una autoridad, mientras en la opción C) 6 de cada 8 señalo que se lleva a cabo cuando lo realiza el cliente.

El 38% de las empresas encuestadas menciona que conserva documentación de la liberación de los productos y servicios mediante las siguientes combinaciones: evidencias de conformidad y trazabilidad de las personas que autorizan la liberación sin embargo el 62% los realiza mediante las evidencias de conformidad (aprobación).

Una de las actividades en las empresas es la inspección dimensional de los productos por lo que el 38% de las empresas encuestadas menciona que verifica la aplicación de las siguientes combinaciones: normas técnicas y pruebas de desempeño; sin embargo el 62% se centra más en verificar la aplicación de normas técnicas.

De las empresas encuestadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo, el 100% menciona que las inspecciones dimensionales así como las funcionales están disponibles para su revisión por parte del cliente.

Para la revisión del producto de apariencia el 37% de las empresas encuestadas cuenta con iluminación apropiada para realizar la evaluación de piezas de apariencia, el 13% cuenta con las siguientes combinaciones: iluminación apropiada para realizar la evaluación de piezas de apariencia, patrones de color, patrones de grano, patrones de acabado, brillo metálico, textura o nitidez de imagen para la revisión del producto de apariencia y tecnologías táctiles, el 50% no cuenta con una revisión del producto de apariencia ya que en su producto no aplica la apariencia.

Para garantizar el control de la revisión de la apariencia. En la opción A) 3 de 8 empresas encuestadas mencionaron que se proporciona los recursos necesarios, mientras en la opción B) 3 de cada 8 señalaron que se evidencia el mantenimiento y control de los patrones. Por último en la opción C) 3 de cada 8 dijeron que se mantiene capacitada a las personas que realizan las evaluaciones.

Para asegurar la calidad de los productos o servicios. Las empresas encuestadas contestaron en su mayoría los siguientes métodos: la recepción y evaluación de datos estadísticos del proveedor, la inspección y/o ensayos en el recibo y las auditorias en el sitio del proveedor acompañado de registros de aceptación de la conformidad del producto.

Para los productos, servicios y procesos en un 87% de las empresas encuestadas muestran evidencia de conformidad con los requisitos legales de acuerdo a los países indicados por el cliente como destino final por lo tanto un 50% muestra evidencia conformidad con requisitos legales de acuerdo a los países de procedencia.

De las empresas encuestadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo, se les pregunto qué acciones realizaban cuando se detectaban productos no conformes con el cliente de las cuales en su mayoría respondió las siguientes actividades: corrección, separación, contención y devolución.

También fue cuestionado que acciones realizan las empresas cuando el cliente autoriza la concesión de un producto no conforme del cual en su mayoría contestaron las siguientes actividades: autorización de desviación del producto por el cliente, identificación del material desviado en el contenedor o embalaje y registro de lote indicando cantidad autorizada para desvió.

El 50% de las empresas encuestadas tiene controles especificados por el cliente para los productos no conformes por lo tanto el otro 50% no tiene controles especificados por el cliente para los productos no conformes.

De las empresas encuestadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo se les pregunto qué acciones cumplen las empresas para el control de producto reprocesado del cual respondieron:

Opción A) 4 de cada 8 que hay un proceso documentado de acuerdo a un plan de control. Opción B) señalaron 4 de 8 que existe un proceso documentado para verificar las especificaciones del cliente.

Opción C) 4 de cada 8 contestó que las instrucciones de reproceso y desensamblado, incluidos los requisitos de re inspección y trazabilidad son comprensibles para el personal autorizado.

Opción D) 5 de cada 8 mencionaron que la información sobre la disposición del producto re procesado, incluidas cantidad, disposición, fecha de disposición e información de trazabilidad se conservan.

El 75% de las empresas encuestadas tiene un proceso documentado, aprobado por el cliente para la disposición del producto no conforme que no pueda repararse o reprocesarse por lo tanto el 25% no cuenta con uno.

De las empresas encuestadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo, índico los siguientes requisitos que cumple la información documentada de las empresas para la disposición del producto no conforme los cuales son los siguientes: Descripción de la no conformidad, acciones tomadas para la disposición de la no conformidad y el nombre de la persona que autoriza la disposición de la no conformidad.

## Capítulo 9

De las empresas encuestadas en un 75% cumple con tener lo siguiente:

- Diagrama de flujo del proceso
- La implementación del PFMEA
- Plan de control implementado
- Planes de muestreo
- Criterios de aceptación
- Registros de valores de medición actuales y/o resultados de ensayos para datos variables
- Planes de reacción cuando no se cumplen los criterios de aceptación
- Planes de proceso de escalamiento cuando no se cumplen los criterios de aceptación.

Por lo tanto en un 25% solo cumple con tener

- Registros de valores de medición actuales y/o resultados de ensayos para datos variables
- Planes de proceso de escalamiento cuando no se cumplen los criterios de aceptación.

De las empresas encuestadas mencionó que verifica y asegura que las técnicas estadísticas están incluidas en que son partes del proceso de planificación avanzada de la calidad del producto y en el análisis de riesgos del proceso (tal como el PFMEA).

De las empresas encuestadas, mencionó que el personal involucrado en la obtención, análisis y gestión de los datos estadísticos conoce y maneja los conceptos estadísticos de: variación y habilidad del proceso.

Así mismo, de las empresas encuestadas, en su mayoría señaló los siguientes indicadores de desempeño utilizados por la organización de los cuales son los siguientes:

- Desempeño de la calidad de las piezas entregadas
- Devoluciones del mercado
- Garantías
- Desempeño del programa de entregas.

De las empresas encuestadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo, en su mayoría menciono que el resultado del análisis y evaluación de datos evalúan la conformidad de los productos y servicios.

Los 4 aspectos más importantes de las empresas consultadas al planificar, establecer, implementar y mantener programas de auditoria. En su mayoría contesto:

1. La frecuencia de aplicación
2. Cambios que afectan a la organización
3. Resultados de auditorías previas
4. La realización de correcciones, así como la toma de acciones correctivas adecuadas sin demora injustificada

También las empresas encuestadas, en su mayoría mencionó que tiene un proceso de documentado de auditoria interna que incluye el desarrollo e implementación de un programa de auditoria interna contemplando la totalidad del sistema de gestión de la calidad.

De estas empresas encuestadas, mencionaron sobre el pensamiento basado en riesgos que:

Opción A) 5 de cada 8 que el programa de auditorías se prioriza basándose en los riesgos.

Opción B) 6 de 8 señalaron las tendencias del desempeño interno y externo.

Opción C) 5 de cada 8 contestaron la criticidad de los procesos.

De las empresas encuestadas mencionaron sobre el proceso de auditorías que:

Opción A) 6 de cada 8 que la frecuencia de las auditorías se revisa de acuerdo a la ocurrencia de cambios en el proceso.

Opción B) dijeron 6 de cada 8 que se revisa de acuerdo a las no conformidades internas y externa.

La organización audita todos los procesos de fabricación en periodos de tres años para determinar su eficacia y eficiencia utilizando el enfoque específico del cliente, por lo tanto se les cuestiona a las empresas que incluyen las auditorías del proceso de fabricación por lo que en su mayoría contestó que incluyen un plan control.

El 30% de las empresas encuestadas realiza la revisión por la dirección cuando la frecuencia de la revisión por la dirección se incrementa basándose en los riesgos para el cumplimiento de los requisitos del cliente, mientras el 8% menciona que se realiza para cumplir los requisitos del cliente de acuerdo al desempeño y de los cambios internos o externos que impactan en el sistema de gestión de la calidad. Por lo tanto el 62% señala que la revisión por la dirección se realiza anualmente.

Los 5 aspectos más importantes de las empresas encuestadas para la revisión por la dirección, en su mayoría contestó que se planifica y se lleva a cabo considerando:

1. El estado de las acciones de las revisiones por la dirección previas.
2. La información sobre el desempeño y la eficacia del sistema de gestión de la calidad.
3. La satisfacción del cliente y la retroalimentación de las partes interesadas pertinentes.
4. El grado en que se han logrado los objetivos de la calidad.
5. Los resultados de las auditorías.

## Capítulo 10

De las empresas encuestadas en su mayoría menciona que para mejorar e implementar el cumplimiento de los requisitos del cliente y así aumentar su satisfacción, mejora el desempeño y la eficacia de su sistema de gestión de la calidad.

De las empresas encuestadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romos, señalaron las siguientes 3 ventajas principales sobre la IATF 16949 de las cuales son:

- Mayor confianza en el proveedor.
- Mayor calidad del producto y menos devoluciones.
- Disminución de sus propios costes de calidad.

## Conclusiones

El 87% de las empresas encuestadas son de capital extranjero.

Las empresas encuestadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo contestaron que el 50% de sus proveedores cuenta con la certificación ISO 9001:2015. El 25% cuenta con la certificación TS16949:2009 y el otro 25% cuenta con la certificación IATF 16949:2016.

De las empresas encuestadas mencionaron que cuando se hace un plan de contingencia se consideran prioritarios los procesos, los servicios y los escasos de mano de obra.

El 62% de las empresas encuestadas cuenta con laboratorio interno y externo, el 25% cuenta con laboratorio interno y el 13% no cuenta con ningún laboratorio.

El 100% de las empresas encuestadas en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo realiza la validación del diseño y desarrollo de acuerdo a las especificaciones del cliente incluidas las normas reglamentarias aplicables.

El 75% de las empresas encuestadas aseguran que sus proveedores externos desarrollen un Sistema de Gestión de la Calidad, el 13% rara vez lo asegura y el otro 12% nunca se asegura ya que no cuenta con proveedores externos.

El 50% de las empresas encuestadas aplica como herramienta para el diseño del análisis de riesgo el: AMEF, control plan y diagramas de flujo, el 25% aplica el AMEF, mientras el 13% utiliza como combinación las herramientas como el AMEF, control plan y procedimientos; sin embargo el 13% emplea como herramienta el AMEF y los procedimientos.

El 87% de las empresas encuestadas tiene trazabilidad de todos los productos producidos como retención de la primera y última pieza de cada turno el 13% no la tiene.

Las empresas auditan todos los procesos de fabricación en periodos de tres años para determinar su eficacia y eficiencia utilizando el enfoque específico del cliente. Hay trazabilidad en los procesos y se tiene un pensamiento basado en riesgos.

### **Recomendaciones**

De acuerdo a la investigación es necesario que se tenga un programa más fuerte para dar a conocer los roles dentro de las empresas pues estos rubros tienen que un 37% solamente utiliza el uso de DNC.

Se recomienda que sus proveedores estén certificados en la norma IAFT 16949 para garantizar el cumplimiento de los objetivos de la industria automotriz en cuanto a calidad.

Además en el uso de laboratorios de calidad, se recomienda la certificación de los mismos, pues solo cuenta con la certificación ISO 17025.

También se recomienda garantizar la trazabilidad del producto en cada uno de sus procesos así como tener un pensamiento basado en riesgos en lugar de acción preventiva o correctiva.

### **Agradecimientos**

Se agradece la colaboración de la alumna Reyna Abigail Esparza Vázquez, así como la de las autoridades de la UTNA que nos apoyaron para poder realizar esta investigación.

### **Referencias**

Ads Quality. (2002) Enciclopedia de la Calidad. España.

Gutiérrez Pulido, Humberto. (2010).Calidad Total y Productividad México, D.F.: McGraw-Hill Education.

Hernández Sampieri, Roberto. Metodología de la investigación México, D.F.: McGraw-Hill, 2010.

IATF 16949:2016. (01 de octubre 2016). Sistema de Gestión Automotriz. International Automotive Task Force. Primera Edición-traducción no oficial.

INEGI. (2017). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE).

## **Implementación del mantenimiento autónomo**

### **Implementation of autonomous maintenance**

CORRAL-RAMIREZ, Guadalupe, MUÑOZ-LOPEZ, Luis Enrique, FLORES-BARRAGAN, Juan Luis y MERÁZ-MENDEZ, Manuel

*Universidad Tecnológica de Chihuahua, Av. Montes americanos 9501 Col. Sector 35, Chihuahua, Chih.*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Guadalupe, Corral-Ramirez* / **ORC ID:** 0000-0002-3846-5028, **Researcher ID Thomson:** X-9786-2019, **CVU CONACYT ID:** 520946

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Luis Enrique, Muñoz-Lopez* / **ORC ID:** 0000-0003-3184-7602, **Researcher ID Thomson:** X-9772-2019, **CVU CONACYT ID:** 456614

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Juan Luis, Flores-Barragan* / **ORC ID:** 0000-0001-7843-8879, **Researcher ID Thomson:** X-9530-2019, **CVU CONACYT ID:** 161824

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Manuel, Meráz-Mendez* / **ORC ID:** 0000-0001-8254-957, **Researcher ID Thomson:** S-4565-2018, **CVU CONACYT ID:** 25058

G. Corral, L. Muñoz, J. Flores y M. Meráz

gcorral@utch.edu.mxt

V. Luna, (Dir.). Ingeniería, Proceedings-©ECORFAN-México, CDMX, 2019.

## **Resumen**

El presente artículo muestra la metodología utilizada en la empresa Zodiac Aerospace para la implementación del Mantenimiento Autónomo, en la que se diseñan y aplican herramientas para el desarrollo del segundo pilar de la filosofía TPM (Mantenimiento Productivo Total), siguiendo los siete pasos del M.A, en los cuales se definen los estándares de limpieza, inspección, lubricación y seguridad entre otros, esto con el objetivo de establecer inspecciones generales que se efectúan de forma periódica, estas herramientas son diseñadas para mejorar las condiciones de la maquinaria, reducir los tiempos muertos e incrementar el tiempo de vida útil de los equipos, con la participación del personal operativo de la empresa, generando un sentido de pertenencia con el equipo.

## **Mantenimiento Autónomo, Estándares de Mantenimiento, Capacitación**

### **Abstract**

This article shows the methodology used in the Zodiac Aerospace company for the implementation of Autonomous Maintenance, in which tools are designed and applied for the development of the second pillar of the TPM philosophy (Total Productive Maintenance), following the seven steps of the MA, in which the standards of cleaning, inspection, lubrication and safety among others are defined, this with the objective of establishing general inspections that are carried out periodically, these tools are designed to improve the conditions of the machinery, reduce downtime and increase the useful life of the equipment, with the participation of the operative personnel of the company, generating a sense of belonging with the team.

## **Autonomous Maintenance, Maintenance Standards, Training**

### **Introducción**

El Mantenimiento Autónomo es una parte fundamental del TPM, éste se basa en la prevención del deterioro de los equipos y componentes de estos. Es responsabilidad de los preparadores y operadores llevarlo a cabo, ya que son quienes mantienen contacto directo con la máquina, por lo que son los más capacitados para determinar cuando falla o existe alguna anomalía en el equipo.

El Mantenimiento Autónomo implica un cambio cultural en la empresa, especialmente en el concepto: "yo fabrico y tu conserva el equipo", en lugar de "yo cuido mi equipo". Para alcanzarlo es necesario incrementar el conocimiento que poseen los operarios para lograr un total dominio de los equipos, esto implica desarrollar las siguientes capacidades en los operarios:

1. Capacidad para descubrir anomalías.
2. Capacidad para la corrección inmediata en relación con las causas identificadas.
3. Capacidad para establecer condiciones.
4. Capacidad para controlar el mantenimiento.

### **Análisis de la situación actual**

En la empresa Zodiac Aerospace de la Ciudad de Chihuahua, cuya actividad es la producción y diseño de partes aeronáuticas, actualmente tiene la necesidad de optimizar los procesos productivos, ya que se presentan tiempos muertos por fallas en los mismos, teniendo como consecuencias índices de baja disponibilidad y eficiencia.

### **Objetivo**

Implementar el pilar 2 del TPM, denominado mantenimiento autónomo en la empresa Zodiac Aerospace, con el fin de mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador, creando un nuevo pensamiento sobre el trabajo y sentido de pertenencia hacia el equipo.

## Metodología

Con el fin de resolver la problemática, se decide desarrollar un modelo que utiliza 7 pasos del Mantenimiento Autónomo como son: Limpieza e inspección inicial, eliminar fuentes de contaminación y áreas inaccesibles, establecer estándares provisionales de limpieza, inspección, lubricación y ajustes, realizar un entrenamiento en inspección y desarrollando procedimientos de inspección general, conducir inspecciones generales regularmente y mejorar los procedimientos de inspección, mejorar la administración y el control del lugar de trabajo y participar en actividades avanzadas de mejorando. Estas herramientas están enfocadas a la operación eficiente de los equipos, con el involucramiento del personal de producción, en la metodología se implementan una serie de herramientas y formatos para la aplicación de este mantenimiento con el fin de elevar la eficiencia global de los equipos.

**Figura 1** Metodología para la implementación del mantenimiento autónomo



## Desarrollo

El Mantenimiento Autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios.

Para la implementación del mantenimiento autónomo es necesario realizar los siguientes pasos:

### Paso 1. Limpieza e inspección

En este primer paso, los grupos ponen en práctica el lema “limpieza es inspección” y lo confirman con su propia experiencia. El acto de tocar el equipo y moverse alrededor de él, ayuda a descubrir anomalías. Se usan los cinco sentidos para descubrir holguras, vibraciones, desgastes, desalineaciones, desviaciones, ruidos extraños, calentamientos y/o fugas de aceite. Los principios en los que se fundamenta la primera etapa son:

- Hacer de la limpieza un proceso de inspección.
- La inspección se realiza para descubrir anomalía o cualquier tipo de situación anormal en el equipo y en las áreas próximas de trabajo.
- Las anomalías deben corregirse inmediatamente para establecer las condiciones básicas del equipo.

Una limpieza minuciosa significa desmontar el equipo para limpiar partes internas que puede que los operarios no hayan visto nunca, de modo que es una forma natural de inspección que conduce al descubrimiento de anomalías.

Es importante que los operarios que realizan estas tareas hayan aprendido a inspeccionar correctamente el equipo, buscar anomalías, juzgar la diferencia entre anomalía y normalidad, y buscar las causas.

Para la detección de las anomalías se desarrolla un documento denominado tabla de anomalías que tienen el objetivo de analizar detalladamente la maquinaria y documentar el total de anomalías (deterioros, desgastes, desperfectos, componentes flojos etc.) que se encuentren en la maquinaria, los cuales puedan provocar fallas o paros no deseados; de manera que se elabore un plan de acción correctivo y un control de estas anomalías.

**Tabla 1** Formato de Tabla de anomalías

Área: Maquinado		Maquina: CNC FADAL		Tabla de anomalías		
No.	Anormalidad	Acción correctiva	¿Quién realizo?	Fecha compromiso	No. Orden de trabajo	Ok
1	Botón de paro de emergencia quebrado	Cambiar el botón	Mantenimiento	30/6/2019	2010	Ok
2	Poleas flojas	Ajustar	Operador	3/5/2019	2203	Ok
3	Fuga de aceite	Cambiar línea	Mantenimiento	2/7/2019	2204	Ok
4	Herramental dañado continuamente	Cambio de herramental	Operador	3/7/2019	2205	Ok
5	Bandas desgastadas	Sustituir banda	Mantenimiento	4/7/2019	2207	Ok
6	Botón de arranque flojo	Ajustar	Mantenimiento	5/7/2019	2211	Ok
7	Paros repentinos	Revisar arneses	Mantenimiento	6/7/2019	2202	Ok
8	Líneas de lubricante tapadas	Cambiar línea	Mantenimiento	7/7/2019	2302	Ok
9	Monitor quebrado	Reemplazar	Mantenimiento	8/7/2019	2405	Ok
10	Variación de voltaje	Revisión	Mantenimiento	9/7/2019	2407	Ok
11	Parámetros fuera de rango	Revisión	Mantenimiento	10/7/2019	2408	Ok
12	Guardas en mal estado	Reemplazar	Mantenimiento	11/7/2019	2501	Ok

Los objetivos que se desean alcanzar desde el punto de vista del equipo, desde el punto de vista humano y el compromiso de la supervisión y gerencia son los siguientes:

**Tabla 2** Objetivos desde el punto de vista humano y el compromiso de la supervisión y gerencia paso 1

Paso 1.: limpieza inicial			
Objetivos			
Actividades importantes	Desde punto de vista del equipo	Desde el punto de vista humano	Supervisión y ayuda gerencial
Limpieza a fondo del equipo y sus alrededores.	Quitar contaminantes para visualizar defectos escondidos.	Familiarizarse con actividades fáciles tales como la limpieza.	El líder estará un paso adelante comprendiendo el TPM a través de la práctica y demostrando con ejemplos los modelos de administración.
Retirar todo el material innecesario.	Restaurar áreas dañadas en el equipo.	Que los líderes aprendan liderazgo.	Enseñar los defectos físicos del equipo.
	Identificar fuentes de contaminación.	Observar y tocar cada parte del equipo para realizar su cuidado y entenderle.	Enseñar la importancia de la limpieza, lubricación y ajuste.
Escribir en una lista tareas futuras.		Aprender la limpieza es inspección.	Enseñar que la limpieza es inspección.

## Paso 2. Eliminar fuentes de contaminación y áreas inaccesibles

Las actividades más frecuentes que se realizan en esta segunda etapa tienen que ver con la eliminación de fugas, fuentes de contaminación, excesos de lubricación y engrase en sitios de la máquina, derrames y contaminación. Conviene empezar observando cuidadosamente el área de trabajo para determinar qué piezas se ensucian, qué es lo que las ensucia y cuándo, cómo y por qué se ensucian.

Los objetivos que se desean alcanzar en este segundo paso son:

**Tabla 3** Objetivos desde el punto de vista humano y el compromiso de la supervisión y gerencia paso 2

Paso 2.: Eliminar fuentes de contaminación y áreas inaccesibles			
Actividades importantes	Objetivos		Supervisión y ayuda gerencial
	Desde punto de vista del equipo	Desde el punto de vista humano	
Eliminar las fuentes de contaminación.	Prevenir la generación de contaminantes en el equipo para aumentar la confiabilidad.	Aprender cómo trabaja el mecanismo de la máquina.	Enseñar como trabaja el mecanismo de la máquina.
Prevenir que la contaminación crezca irregularmente.	Mantener la limpieza del equipo para mejorar su mantenibilidad.	Aprender los métodos para mejorar el equipo enfocándose en las fuentes de contaminación.	Enseñar los análisis de donde y cinco porque's para examinar problemas.
Eliminar áreas difíciles de limpiar.		Mantener el interés y el deseo de mejorar el equipo.  Sentir satisfacción con el logro exitoso de mejoras.	Ayudar a implementar ideas de mejora.  Responderá rápidamente a las órdenes de trabajo.

### Eliminación de fuentes de contaminación

Las actividades realizadas para el establecimiento del paso dos en la empresa son las siguientes:

1. Minimizar la dispersión de suciedad, óxido y polvo.
2. Eliminar la contaminación en la fuente.
3. Minimizar la dispersión de aceite de corte y desechos.
4. Acelerar el flujo de aceite de corte para evitar la acumulación de recortes.
5. Reducir el área a través de la cual fluye el lubricante de corte.
6. Facilitar la inspección del equipo.
7. Instalar ventanas de inspección.
8. Apretar las partes sueltas del equipo.
9. Cambiar la localización de las válvulas (entradas) de lubricación.
10. Cambiar los métodos de lubricación.
11. Facilitar el cambio de partes del equipo.

Los resultados de eliminar las fuentes de contaminación se manifiestan en la mejora del sitio de trabajo, reducción de posibles riesgos y reducción del deterioro acelerado.

### Eliminación de áreas de difícil acceso:

Para esta actividad se realiza una lista de todas las áreas de difícil acceso (ADA's) donde se dan prioridades de acuerdo a como afectan estas a cada aspecto de la productividad asignando un criterio de priorización: 1 = No impacta, 2= Bajo impacto, 3 = Mediano impacto y 4= Alto impacto, en cuestiones de seguridad, calidad, averías, paros menores, preparación y ajustes, tiempo de limpieza y costos.

**Figura 2** Matriz de prioridades para eliminación de áreas de difícil acceso

Mantenimiento Autónomo		MATRIZ DE PRIORIDADES PARA ELIMINACIÓN DE ÁREAS DE DIFÍCIL ACCESO								Nombre:
										Fecha:
		EFECTOS								
No	Área de difícil acceso	Seguridad	Calidad	Averías	Paros menores	Preparación y ajuste	Tiempo de limpieza	Costo	Sumarización	Prioridad
1	Tomas de aire	3	0	3	3	2	3	1	15	2
2	Tomas de agua	3	2	3	3	3	3	1	18	1
3	Unidad de inyección	2	0	0	2	2	3	1	10	3
4	Banda	1	0	3	3	2	1	0	10	5
5	Cruce de bancada	3	0	0	2	1	3	1	10	4

El operador llena el formato, al final se suman los puntos y se priorizan las ADA's de mayor puntuación a menor para su eliminación.

Es de suma importancia que cada una de las áreas de difícil acceso se asignen a los integrantes del equipo, para que vayan creando propuestas sobre como eliminar, reducir, controlar o redireccionar estas fuentes de problemas.

La pertenencia también se ve incrementada por la participación de los operarios en la solución de las fuentes de las pérdidas que en este caso son las ADA's.

### Eliminación de fuentes de contaminación FDC's

En el caso de las (FDC's), se realiza el mismo procedimiento que con las ADA's, y se desarrolla un formato similar que contiene las fuentes de contaminación, se realiza una lista de todas las fuentes de contaminación en donde se dan prioridades de acuerdo a como afectan estas a cada aspecto de la productividad asignando un criterio de priorización: 1 = No impacta, 2= Bajo impacto, 3 = Mediano impacto, 4= Alto impacto, en cuestiones de seguridad, calidad, averías, paros menores, preparación y ajustes, tiempo de limpieza y costos.

**Figura 3** Matriz de prioridades para la eliminación de fuentes de contaminación

Mantenimiento Autónomo		MATRIZ DE PRIORIDADES PARA ELIMINACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN								Nombre:	
										Fecha:	
		EFECTOS									
No	Fuentes de contaminación	Material Cont.	Seguridad	Calidad	Averías	Paros menores	Preparación y ajuste	Tiempo de limpieza	Costo	Sumarización	Prioridad
1	Estación de enfriamiento	Polvo y mangos	0	2	0	0	0	3	0	5	4
2	Caida de piezas en piso	Aceite/agua/polvo	3	2	0	0	0	3	1	9	3
3	Cargadores	Palets	3	0	2	1	0	3	1	10	2
4	Fugas de aceite	Aceite	3	3	3	0	0	3	1	13	1

Al final, se suman los puntos y se da prioridad de mayor a menor de acuerdo al resultado, se asigna cada fuente de contaminación a cada integrante del equipo.

### Paso 3. Establecer estándares provisionales de limpieza, inspección, lubricación y ajustes

En este paso los miembros del grupo usan las experiencias adquiridas en los dos primeros pasos para determinar las condiciones óptimas de limpieza y lubricación del equipo, y esbozan provisionalmente las tareas estándar para el mantenimiento. Los estándares especifican que se debe hacer, en dónde, la razón de los procedimientos, cuando efectuarlos y los tiempos empleados.

Para hacer todo esto se debe decidir que partes del equipo necesitan limpieza diaria, que procedimientos hay que utilizar, como inspeccionar el equipo, como juzgar anomalías etc. Con estos estándares se ayuda a los grupos a realizar las tareas de limpieza con mayor confianza y habilidad, se preparan los estándares de inspección con el propósito de mantener y establecer las condiciones óptimas del estado del equipo. Es frecuente emplear las dos últimas "S" de la estrategia de las 5's con el objeto de garantizar disciplina y respeto de los estándares.

Esta etapa es un refuerzo de "aseguramiento" de las actividades emprendidas en los pasos 1 y 2. Se busca crear el hábito para el cuidado de los equipos mediante la elaboración y utilización de estándares de limpieza, lubricación y apriete de tornillos, pernos y otros elementos de ajuste, se busca prevenir el deterioro del equipo manteniendo las condiciones básicas de acuerdo a los estándares diseñados.

Los objetivos que se desean alcanzar en el paso 3 son los siguientes:

**Tabla 4** Objetivos desde el punto de vista humano y el compromiso de la supervisión y gerencia paso 3

<b>Paso 3. Establecer estándares provisionales de limpieza, inspección, lubricación y ajustes.</b>			
<b>Objetivos</b>			
<b>Actividades importantes</b>	<b>Desde punto de vista del equipo</b>	<b>Desde el punto de vista humano</b>	<b>Supervisión y ayuda gerencial</b>
Enseñar a lubricar.	Corregir áreas difíciles de lubricar.	Fijar reglas por uno mismo y culminarlas.	Preparar las reglas para el control de lubricación.
Desarrollar inspecciones generales de lubricación.	Aplicar controles visuales.	Conocer la importancia de cumplir las reglas y de la auto supervisión.	Entrene y practique las condiciones de lubricación
Establecer un sistema de control de la lubricación.	Mantener las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación, ajustes) para establecer el sistema de prevención del deterioro.	Representar a conciencia su rol en el equipo y el de sus compañeros.	Enseñar como preparar estándares de lubricación y limpieza.
Fijar estándares de lubricación y limpieza.			Ayudar en la preparación de los estándares.

Para establecer el tercer paso es necesario desarrollar diversos estándares entre los cuales destacan: Los estándares de operación de cada equipo, estándares de limpieza, inspección, lubricación, seguridad, bloqueo y etiquetado (Loto). A continuación, se muestran algunos estándares desarrollados para el establecimiento del tercer paso.

#### **a) Estándar de limpieza**

Se desarrolla el estándar de limpieza que tiene como objetivo determinar la localización de los puntos de limpieza al equipo, los suministros requeridos para efectuar dicha limpieza, los criterios, las fechas de ejecución del estándar, la frecuencia y el responsable del estándar. Ver anexo 1.

#### **b) Estándar de Inspección**

Se implementa el estándar de inspección que tiene como objetivo establecer los puntos de inspección del equipo como son: Inspección de los puntos de lubricación, inspección de las partes del equipo, inspección neumática, hidráulica, eléctrica y de sistemas de conducción, en este estándar se establece la localización de estos puntos de inspección, acciones a realizar, criterios de inspección, fechas de realización, frecuencias y responsable de las actividades. Ver anexo 2

#### **c) Estándar de lubricación**

El estándar de lubricación (ver anexo 3) que tiene como objetivo mantener el equipo lubricado para evitar desgastes y fricción en las piezas, incrementando el tiempo de vida útil del equipo. A continuación, se enlistan las actividades que se deben realizar para establecer un programa de lubricación:

1. Especificar claramente el lubricante a usar y unificar los tipos cuando sea posible para reducir la variedad y lograr consistencia.
2. Listar minuciosamente todas las entradas de lubricación y otros lugares.
3. En los sistemas centralizados, crear los diagramas de lubricación, mostrando la ruta desde la bomba hasta los puntos de lubricación.
4. Verificar si hay obstrucciones en válvulas de bifurcaciones y diferencias de volumen en bifurcaciones, y ver si el lubricante llega a todos los puntos a lubricar.
5. Medir el consumo de lubricante (durante un día o una semana).
6. Medir la cantidad usada por aplicación.
7. Revisar el método de reemplazo de lubricante sucio (después del engrase).
8. Crear etiquetas de lubricación y adherirlas a los puntos de lubricar.
9. Montar una estación de servicio (para mantener lubricantes y quipo de lubricación).
10. Determinar junto con el departamento de mantenimiento, las responsabilidades relacionadas con las operaciones de lubricación.

#### **d) Estándar de seguridad**

Se elabora el estándar de seguridad, se establecen los puntos de inspección del equipo, se revisa el estado físico de las líneas, los interruptores de corriente eléctrica, válvulas, las palancas de los interruptores, después de verificar las condiciones de los dispositivos del equipo se procede en llevar a cabo el “lock out tag out” loto. Ver anexo 4.

Con el fin de tener lo más completo el estándar de seguridad se desarrolla el formato de candadeo-etiquetado “loto”, que es utilizado para realizar la práctica de seguridad necesaria para prevenir daños a las personas al trabajar en el servicio y mantenimiento del equipo, bloqueando los dispositivos de control de las energías necesarias para el funcionamiento de estos, así como de las energías residuales que pudieran tener estas al estar en reposo. Ver anexo 5.

#### **Paso 4. Realizar un entrenamiento en inspección y desarrollar procedimientos de inspección general**

En los pasos del uno al tres, se han implementado actividades orientadas a la prevención del deterioro a través de la mejora de las condiciones básicas de la planta. En los pasos cuatro y cinco se pretende identificar tempranamente el deterioro que puede sufrir el equipo con la participación del operador.

Estas etapas requieren de conocimiento profundo sobre la composición del equipo, elementos, partes, sistemas, como también sobre el proceso para intervenir el equipo y reconstruir el deterioro identificado. Las inspecciones iniciales las realiza el operador siguiendo las instrucciones de un especialista.

El paso cuatro del mantenimiento autónomo implica implementar un proceso concreto de mejora que contiene tres etapas:

1. Entrenamiento y adquisición de nuevo conocimiento para obtener recursos para inspeccionar profundamente el equipo.
2. Realizar el trabajo de inspección en forma rutinaria, en forma similar como lo realiza el experto de mantenimiento a través de rutinas de inspección periódica.
3. Evaluación de resultados, desarrollo de intervenciones y mejora del equipo.

Los objetivos que se desean alcanzar en el paso 4 son:

**Tabla 5** Objetivos desde el punto de vista humano y el compromiso de la supervisión y gerencia paso 4

<b>Paso 4. Realizar un entrenamiento en inspección y desarrollar procedimientos de inspección general.</b>			
<b>Objetivos</b>			
<b>Actividades importantes</b>	<b>Desde punto de vista del equipo</b>	<b>Desde el punto de vista humano</b>	<b>Supervisión y ayuda gerencial</b>
Enseñar y practicar	Detectar y elimine los defectos mínimos	Aprender el funcionamiento y los métodos de inspección del equipo para dominar la técnica	Preparar un programa de inspección total, revisar las hojas, manuales y otros materiales de enseñanza
Desarrollar la inspección total	Aplicar a fondo los controles visuales	Procedimientos de mantenimiento fáciles	Responder rápidamente a órdenes de trabajo
Eliminar las áreas de difícil acceso para reducir el tiempo de inspección	Mejorar áreas de inspección difícil	Los grupos de líderes aprenderán liderazgo a través de la educación	Proporcionar un entrenamiento para un fácil servicio
Fijar los estándares tentativos de inspección	Mantener las condiciones del equipo establecidas por medio de la inspección rutinaria, para mejorar la confiabilidad al máximo	Aprender a almacenar, resumir y analizar datos de inspección	Enseñar cómo mejorar áreas de inspección difícil, aplicando a fondo controles visuales  Enseñar el manejo de los datos de inspección

En el paso cuatro es necesario desarrollar un programa o plan de formación y entrenamiento que muestra los conocimientos en mecánica, hidráulica, neumática y eléctrica, que los operadores deberán alcanzar, el tiempo de duración de los cursos, la teoría y la práctica, este plan de formación se realiza para que los operadores adquieran los conocimientos y habilidades en la ejecución de las actividades de mantenimiento autónomo.

**Tabla 6** Plan de formación y entrenamiento

<b>Plan de formación y entrenamiento</b>			
<b>Mecánica</b>	<b>Duración</b>	<b>Teoría</b>	<b>Práctica</b>
- Conocimientos de construcción mecánica	120 min	60min	60min
- Montaje y tensión de bandas	60 min	20 min	40min
- Fricción y lubricación	60 min	30min	30 min
- Rodamientos	120 min	60 min	60 min
<b>Hidráulica /Neumática</b>			
- Procedimientos, herramientas	40 min	20 min	20 min
- Limpieza y sustitución de filtros	30 min	10 min	20 min
- Estructura de purgadores	40 min	15 min	30 min
<b>Eléctrica</b>			
- Funcionamiento de detectores	60 min	30 min	30 min
- Instalación de sensores con estándares	40 min	15 min	25 min
- Test y funcionamiento de lámparas	30 min	10 min	20 min
<b>Otros</b>			
- Aislamiento de ruidos	60 min	20 min	40 min
- Señalización y cuidados con productos químicos	40min	20 min	20 min

### **Paso 5. Conducir inspecciones autónomas y mejorar los procedimientos de inspección**

En este paso, se formaliza un proceso de inspección general combinando los estándares provisionales creados en los pasos tres y cuatro con los elementos a verificar adicionales para una inspección general de rutina.

Todos los elementos por inspeccionar en cada máquina se dividen en dos listas: Elementos que puedan tratarse en las inspecciones autónomas y elementos que requieren ser inspeccionados por los especialistas de mantenimiento.

Los objetivos que se desean alcanzar en este paso son los siguientes:

**Tabla 7** Objetivos desde el punto de vista humano y el compromiso de la supervisión y gerencia paso 5

<b>Paso 5. Conducir inspecciones generales</b>			
<b>Actividades importantes</b>	<b>Desde punto de vista del equipo</b>	<b>Desde el punto de vista humano</b>	<b>Supervisión y ayuda gerencial</b>
Fijar estándares de mantenimiento autónomo y programarlos para finalizar actividades al equipo	Determinar acciones correctivas exitosas en otros procesos y aplíquelos a equipos similares	Comprender al equipo como un sistema	Asignar trabajos de inspección entre el mantenimiento autónomo y el mantenimiento de tiempo completo
Realizar las rutinas de mantenimiento de acuerdo con los estándares	Total, revisión de los controles visuales	Desarrollar la habilidad de detectar signos de anomalías para prevenir paros	Enseñar técnicas fáciles y básicas de mantenimiento y diagnósticos de maquinaria
Llevar hacia adelante los objetivos del cero paro	Mantener el equipo con alta confiabilidad de operación y mantenimiento	Capacitar a los operadores	Enseñar ejemplos de prevención de paros
	Realizar una revisión de piso ordenada	Establecer un sistema de supervisión autónoma dirigido por un grupo de MP	Enseñar la función particular de cada pieza del equipo para entender al equipo como un sistema

Consideraciones para la generación del documento estándar de inspección, limpieza y lubricación:

1. Revisar el concepto, método y tiempos estándares para limpieza, inspección y lubricación.
2. Consultar con el departamento de mantenimiento sobre los puntos de inspección y especificar la asignación de tareas para evitar omisiones.
3. Verificar si las tareas de inspección son realizadas dentro del horario de trabajo.
4. Elevar el nivel de conocimientos necesarios de los operarios para la inspección.
5. Asegurarse que la inspección autónoma se lleva a cabo correctamente por todos los operarios.

#### **Lista de verificación de Mantenimiento Autónomo**

En el cuarto paso se elabora la lista de verificación de mantenimiento autónomo, que contiene los estándares de inspección, lubricación y limpieza, este formato incluye rutinas que el operador puede realizar sin necesidad del involucramiento del departamento de mantenimiento.

Con la aplicación del estándar (ver anexo 6) el operador puede mediante la inspección, limpieza y lubricación detectar fallas, fuentes de contaminación y realizar pequeños ajustes.

#### **Paso 6. Mejorar la administración y el control del lugar de trabajo**

Una vez que las condiciones de las máquinas están bajo control, las actividades de los grupos de trabajo pueden extenderse más allá de los equipos a otros aspectos del entorno de trabajo.

En este punto, a menudo los equipos empiezan eliminando todos los elementos y piezas innecesarias que entorpecen las áreas de trabajo y organizan todo lo que queda. Utilizando simples principios de orden y control visual, implementan, estándares y puntos de localización para todos los elementos esenciales: Materiales, trabajos en curso, y el flujo del proceso en sí mismo; herramientas, accesorios e instrumentos de medida; estándares de operaciones, de preparaciones, de cambio de útiles y de calidad. Estas actividades de organización y estandarización dan especial importancia a los siguientes puntos:

1. Decidir cuando, por quien, y como deben utilizarse cada elemento.
2. Verificar la calidad y cantidad de los diversos elementos, de modo que cuando se necesitan puedan utilizarse eficazmente.
3. Ordenar el lugar de tal manera que se pueda ver donde esta cada cosa y como debe utilizarse.
4. Decidir cómo ordenar herramientas, materiales y determinar las cantidades necesarias de acuerdo con la frecuencia de uso. Almacenar las cosas de modo que ocupen el mínimo espacio posible y puedan moverse fácilmente.

5. Decidir quién es responsable cada día de la gestión de las tareas y como deben suministrarse o desecharse materiales, piezas o herramientas.

### **Elaboración de lista de verificación de la 5's**

La metodología de las 5's, agrupa una serie de actividades que se desarrollan con el propósito de crear y mantener condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de estandarizar y reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente, productivo y con gran nivel de disciplina.

Se recomienda aplicar esta evaluación por áreas y una vez por mes (ver anexo 7). Es necesario que, a partir del resultado de la evaluación, se otorgue una calificación cualitativa con base en el resultado cuantitativo, que base en un código de colores, se ubique visible en el área, de manera que sea fácilmente identificable si en el período de la evaluación, el área cumple y en qué medida con la metodología.

### **Paso 7. Participar en actividades avanzadas de mejora**

El paso siete son actividades de mejora continua de los equipos. Los grupos o equipos de operarios en cooperación con el personal de mantenimiento continúan refinando los procesos de inspección y generando mejoras que aumentan la vida y eficacia de los equipos. Se integrará crecientemente en el mantenimiento reuniendo y analizando datos de los equipos tales como los resultados de las inspecciones diarias, las estadísticas de tiempos de paro, el consumo de aceite y grasa, los defectos de calidad, los registros de desgaste de herramientas.

En los pasos uno al seis, se logran resultados de mejora tanto en el control de los equipos como en el cumplimiento de estándares mejorados de los métodos de trabajo.

En el paso siete se integra plenamente el proceso de Mantenimiento Autónomo al proceso de dirección general de la compañía. Se pretende reconocer a la capacidad de autogestión del puesto de trabajo del operador, creando un sentimiento de participación efectiva en el logro de las metas y objetivos de la empresa. El operario toma decisiones en el ámbito de su puesto de trabajo, además coopera para el logro de objetivos compartidos, realizando nuevas acciones de mejora.

### **Formato de mejora continúa**

Tiene como objetivo establecer un sistema de mejora continua que permita reducir costos, desperdicios, reducir el índice de contaminación al medio ambiente, tiempos de espera, aumentar los índices de satisfacción del cliente, aprovechar al máximo la capacidad intelectual de todos los empleados, manteniéndolos al mismo tiempo motivados y comprometidos con la empresa. (ver anexo 9).

### **Auditoría de mantenimiento autónomo**

Las auditorías de mantenimiento son el principal instrumento de gestión para lograr una verdadera transformación de la cultura de fabricación. El concepto de auditoría no se debe asumir como vigilancia, sino como un proceso de reflexión y conversación que genere compromiso para la acción.

Las auditorías de Mantenimiento Autónomo bajo los conceptos teóricos anteriores deben tener las siguientes características:

- Facilitar el autocontrol por parte de los operarios.
- Servir para aprender más del proceso seguido.
- Evaluar "lo que se hace" y " la forma como se hace".

Las auditorías de Mantenimiento Autónomo se diseñan para que sea aplicadas por el grupo de operarios, especialmente con la intervención de su líder. Estas auditorías pueden ser realizadas tanto para cada paso, como auditorías generales de fábrica.

Las auditorias de paso desde el punto de vista conceptual deben incluir los siguientes puntos:

1. Progreso en la aplicación de cada una de las actividades contempladas para cada paso. Por ejemplo, en la etapa uno se puede incluir como parte de su desarrollo la creación de los mapas de seguridad. En la auditoria se evalúa si se han creado y si se comprenden.
2. Sistema de información utilizado, esto es, si se utiliza adecuadamente el tablero de gestión visual, las actas de reuniones, gráficos y demás documentos necesarios para implantar cada paso.
3. El trabajo en equipo y el nivel de participación de sus integrantes.
4. Las auditorias de paso deben servir para crear acciones de conversación sobre los temas previstos y crear nuevo conocimiento en el puesto de trabajo.

Se desarrolla la auditoria para el mantenimiento autónomo que tienen como objetivo llevar un control sobre las actividades de mantenimiento autónomo (Limpieza, inspección y lubricación) que se realizan en los equipos, de manera que sea posible medir o verificar si el grupo de MP está avanzando y se están obteniendo resultados favorables gracias al TPM. (ver anexo 9).

### **Resultados**

Para la implementación del Mantenimiento Autónomo se aplican herramientas que tienen como objetivo incrementar la productividad de la empresa, ya que se realizan actividades de mejora que permitan aumentar la disponibilidad, el rendimiento y la eficiencia de los equipos, además se implementan actividades que tienen el fin de realizar tareas como: Limpieza, inspección, lubricación, ajuste y pequeñas reparaciones ejecutadas por el operador de la máquina, para mantener el equipo en óptimas condiciones e incrementar su tiempo de vida útil. Estas herramientas buscan disminuir las pérdidas en los equipos y la maquinaria de trabajo, incrementar la eficiencia y control de la maquinaria, mejorar la confianza de la administración. Con la implementación del Mantenimiento Autónomo en la Empresa:

- Se eliminan las anomalías de la maquinaria por la corrección de estas, a través de la tabla de anomalías elaboradas.
- Se realiza un programa para la aplicación de los siete pasos del mantenimiento autónomo con el fin de desarrollar la metodología de implementación.
- Se realizan listas de todas las Áreas de Difícil Acceso (ADA's) donde se dan prioridades de acuerdo a como afectan estas a cada aspecto de la productividad.
- Se Eliminación de fuentes de contaminación FDC's utilizando el mismo procedimiento de la ADA's.
- Se elaboraron los estándares de operación, limpieza, inspección, lubricación, seguridad y switch quitado candado colocado o candado.
- Se realiza un programa de capacitación para los técnicos y personal operativo.
- Se desarrolla la lista de verificación de mantenimiento autónomo con el fin de realizar de forma periódica las actividades de limpieza, inspección, lubricación etc.
- Se elabora la lista de verificación de las 5's que contiene las actividades que se desarrollan con el propósito de crear y mantener condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia.
- Se realiza el formato de mejora continua que tiene como objetivo establecer un sistema que permita reducir costos, desperdicios, reducir el índice de contaminación al medio ambiente, tiempos de espera, aumentar los índices de satisfacción del cliente, aprovechar al máximo la capacidad intelectual de todos los empleados, manteniéndolos al mismo tiempo motivados y comprometidos con la empresa.

- Se elabora el formato de auditoria de mantenimiento que tiene como objetivo llevar un control sobre las actividades de mantenimiento autónomo (limpieza, inspección y lubricación).

### **Recomendaciones**

- Contar con la colaboración y apoyo de los supervisores, gerencia media y alta gerencia.
- Continuar con la implementación del Mantenimiento Autónomo en toda la empresa y manteniendo los principios de la filosofía de trabajo en equipo.
- Mantener motivados a los operadores en la participación del mantenimiento autónomo, contando con su colaboración para realizar las actividades de limpieza, inspección, lubricación y ajuste.
- Dar prioridad a los mantenimientos preventivos y autónomos para mantener los equipos en óptimas condiciones de funcionamiento evitando los tiempos muertos.
- Dar seguimiento a los indicadores de desempeño del mantenimiento.
- Evaluar periódicamente el cumplimiento del plan de mantenimiento autónomo para medir su desempeño.
- Continuar con la medición de la eficiencia global de los equipos y desarrollar planes de acción correctivo para la eliminación de las pérdidas presentadas por los equipos.

### **Sugerencias**

Se sugiere la creación de equipos de alto rendimiento con el fin de mantener en operación la metodología del mantenimiento autónomo, buscando que los equipos de trabajo sean auto dirigidos, evalúen su desempeño y mejoren las practicas establecidas, se propone el establecimiento de un sistema para la creación de ideas de mejora por parte del personal operativo logrando la participación en actividades de avanzada de mejoras, además se recomienda la capacitación en la herramienta de 5's para mejorar el control y administración del lugar de trabajo.

### **Conclusión**

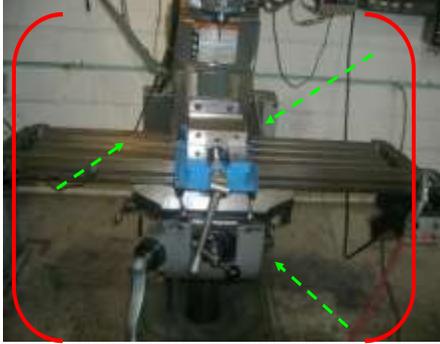
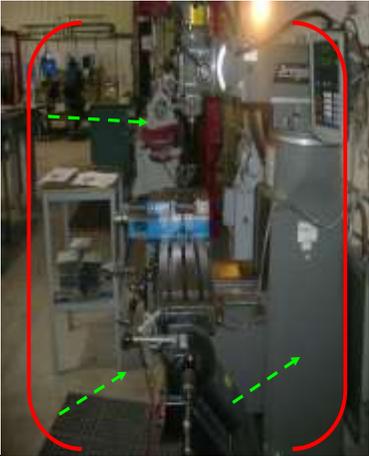
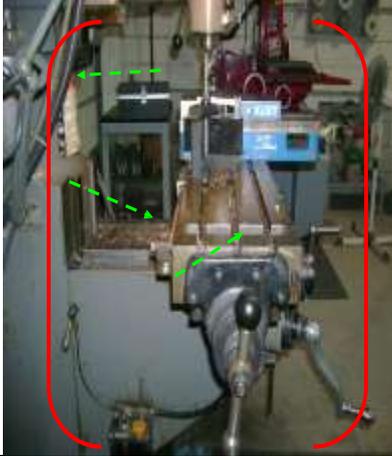
Con la implementación del Mantenimiento Autónomo, como estrategia para mejorar la productividad de la empresa e incrementar la eficiencia global de los equipos, se logra desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo, la operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares establecidos en la metodología, que permiten evitar el deterioro del equipo, mejorar su funcionamiento, incrementar la disponibilidad, el rendimiento y la calidad del equipo, al construir y mantener las condiciones necesarias para que funcione sin averías, además de mejorar la seguridad en el trabajo.

### **Referencias**

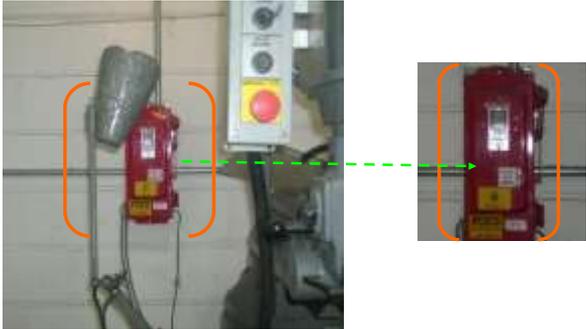
- Nakajima, S. T. (1989). PM Development Program: Implementing Total Productive. Cambridge: Productivity Press.
- ROBBINS, S. P. (2009). Comportamiento Organizacional (13 ed.). México D.F, Mexico: PrenticeHall.
- S, N. (1984). Introduction to Total Productive Maintenance. Massachusetts, EEUU.: Productivity Press.
- Sacristan, F. R. (2001). Mantenimiento total de la produccion TPM, procesos de implantacion.
- Shirose, K., & , S. (1994). TPM para operarios. Madrid España: TGP Hoshin.

## Anexos

## Anexo 1. Estándar de limpieza

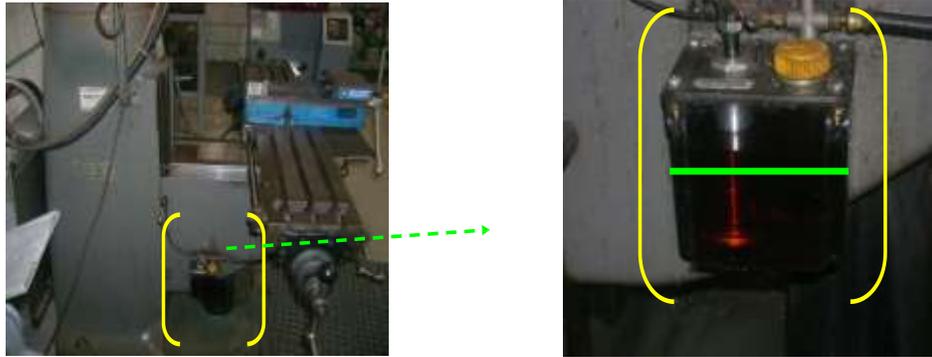
Estándar:		AM - 004 LIMPIEZA						
Máquina #:		100367			Autor:			
Máquina :		Fresadora Bridgeport			Fecha:			
								
		1						
								
		2					3	
Ref #:	Localización	Bloqueo / Candado	Equipo / Suministros	Comentarios / Criterios	Día	Frecuencia	Por	
1	Área Circundante	No	ESCOBA/ TRAPEADOR / CUBETA / AGUA/ DESENGRASANTE	Limpieza general del equipo, que este libre de acumulación de polvo, grasa, rebaba y material extraño, principalmente en zona de guías	L -V	Diario	Técnico operador	
2	Máquina	No	TRAPOS / DESENGRASANTE	Limpieza de el todo el exterior de la maquina. Disponga de los trapos de manera apropiada y en el recipiente adecuado	L -V	Diario	Técnico operador	
3	Máquina	No	TRAPOS / DESENGRASANTE	Limpie toda el área circundante de la máquina, disponga de los residuos de manera adecuada y deposítelos de acuerdo a su clasificación en los recipientes adecuados	L -V	Diario	Técnico. operador	

## Anexo 2. Estándar de inspección

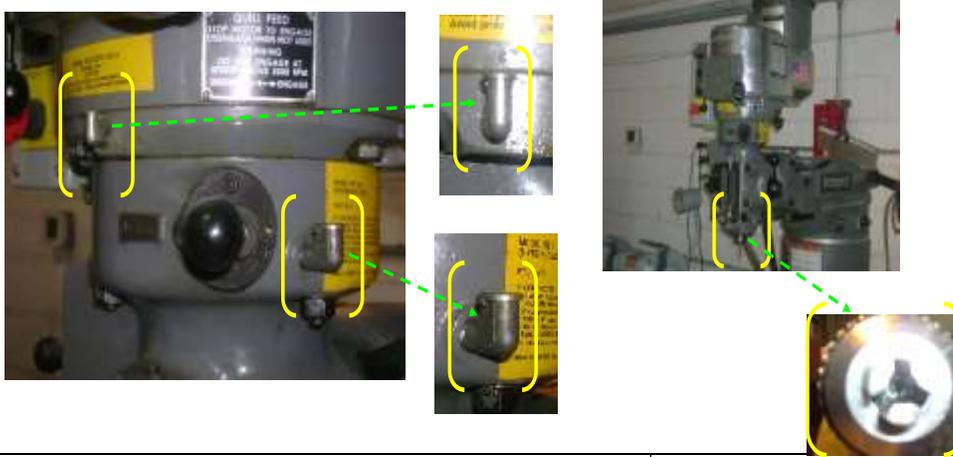
<b>Estándar:</b>		<b>AM - 003 INSPECCIÓN</b>					
<b>Máquina #:</b>		100367		<b>Autor:</b>			
<b>Máquina :</b>		Fresadora Bridgeport		<b>Fecha:</b>			
1				2			
							
3				4			
<b>Ref #:</b>	<b>Localización</b>	<b>Bloqueo / Candado</b>	<b>Equipo / Suministros</b>	<b>Comentarios / Criterios</b>	<b>Día</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Por</b>
1	Por toda la máquina	No	INSPECCION Y REPORTE	Inspeccione que la tornillería, soportes, guardas y micas se encuentren en su lugar no estén dañadas o abiertas	L-V	Diario	Técnico operador
2	Lateral Izquierda	No	INSPECCION Y REPORTE	Inspeccione cables y ductos flexibles que se encuentren sin daños visibles e interruptor operando correctamente	L-V	Diario	Técnico operador
3	Frontal Superior Izquierdo	No	INSPECCION Y REPORTE	Inspeccione el funcionamiento del switch de operación que opere correctamente en arranque-paro y que no se encuentre dañado	L-V	Diario	Técnico operador
4	Por toda la máquina	NO	INSPECCION Y REPORTE	Revise que los carros transversal (X), longitudinal (Z) y vertical (Y) se muevan uniformemente, e inspeccione que las guías donde se mueven los carros estén bien lubricadas y sin daños	L-V	Diario	Técnico operador

Anexo 3. Estándar de lubricación.

Estándar:	AM - 002 Estándar de Lubricación		
Máquina #:	100367	Autor:	
Máquina :	Fresadora Bridgeport	Fecha:	



1



2

3

Ref #:	Localización	Bloqueo / Candado	Equipo / Suministros	Comentarios / Criterios	Día	Frecuencia	Por
1	Lateral Izquierda Inferior	NO		Revise la unidad de lubricación de la mesa de trabajo, que se mantenga de 1/2 a 3/4 el nivel de aceite en el deposito.	L-V	Diario	Técnico operador
2	Lateral Derecha Superior	NO		Revisar el nivel de lubricación de cabezal de contrapunto en las 2 aceiteras que se mantengan llenas	L-V	Diario	Técnico operador
3	Parte media de frente	NO		Inspeccione la lubricación de flecha en husillo y mordaza por pieza de trabajo	L-V	Diario	Técnico operador

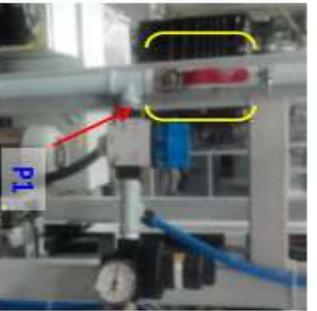
## Anexo 4. Estandar de seguridad

<b>Estándar:</b>	<b>AM-005 Verificación de seguridad del operador</b>		
<b>Máquina #</b>	<b>100367</b>	<b>Máquina:</b>	Fresadora Bridgeport
<b>Autor:</b>		<b>Fecha:</b>	
1	<a href="#">Localización Paro de Emergencia</a>		
	Vista de máquina Fresadora Bridgeport		
	Estado de la máquina en pleno funcionamiento		
	Fije todos los botones e interruptores en posición normal de operación / posición de funcionamiento		
	La Fresadora Bridgeport está lista para realizar la prueba de paro de emergencia		
2	<a href="#">Localización Paro de Emergencia</a>		
	Localice el panel de control donde se encuentra el boton de paro de seguridad		
3	<a href="#">Localización Paro de Emergencia</a>		
	Localice el interruptor de energía, para el paro de emergencia. Se localiza en el tablero en la parte izquierda arriba en el panel de control de la máquina		
4	<a href="#">Localización Paro de Emergencia</a>		
Accione el botón de paro de emergencia, si la máquina se para en su funcionamiento, puede continuar con la operación			
Si la máquina sigue funcionando, de aviso a su supervisor, y anote en la hoja de registro, que el botón de paro de emergencia no funciona correctamente			
Después de verificar su funcionamiento restablezca el botón en su posición normal y siga con la prueba			

Anexo 5. Formato Loto

<b>PROCEDIMIENTO DE BLOQUEO/CANDADEO</b>		Numero de Mantenimiento:													
Autor:	Standard:	AM-006	Fecha:												
Nombre del Equipo:		Departamento:													
Localizacion	Area de Operacion	Produccion	Nombre del Area:												
<b>SUMINISTROS</b>															
TIPO DE SUMINISTROS	ELECTRICO (E)	1 <input checked="" type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	N/A	TERMICO (T)	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	N/A	<input checked="" type="checkbox"/>
	NEUMATICO (P)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A	ENERGIA ALMACENADA (EA)	<input type="checkbox"/>	N/A	<input checked="" type="checkbox"/>				
	HIDRAULICO (H)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A	RADIACION (R)	<input type="checkbox"/>	N/A	<input checked="" type="checkbox"/>				
	GASES/COMBUSTIBLE (G)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N/A								<input checked="" type="checkbox"/>



Procedimiento de Bloqueo o Candado			
Tipo de Suministro	Magnitud	Localizacion	Procedimiento de interrupcion y candado
E1	ELECTRICO 220 VOLTS	Lado izquierdo de la maquina	Accione el Paro de Emergencia y apague la Máquina. Baje el interruptor del desconector y aplique el procedimiento de bloqueo y candado.
P1	NEUMATICO 100 PSI	Lado derecho de la maquina	Cerrar la valvula de alimentacion neumatica
<b>Verificacion y prueba de desenergizacion</b>			
			Trate de encender la maquina despues de realizado el bloqueo, compruebe que la maquina no este operando.
			Verifique que la presion indicada en el manometro descienda a 0.

**PRECAUCION**

*Precaucion: Solo personal autorizado que haya recibido entrenamiento y este capacitado para realizar las tareas de forma segura se le permitira realizar el bloqueo-candado en este equipo o proceso*



**PRECAUCION**



**ALTO**

**SI EL SISTEMA NO PUEDE SER BLOQUEADO, O EN CASO DE QUE CUALQUIERA DE LAS VERIFICACIONES DESCRITAS EN ESTE PROCEDIMIENTO FALLE DETENGASE Y CONTACTE A SU SUPERVISOR Y AL DEPARTAMENTO DE HS&E**



## Anexo 7. Formato de verificación de 5's

### LISTA DE VERIFICACION DE 5'S Calif.

SELECCIONAR		
1	¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?	
2	¿Hay materias primas, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?	
3	¿Hay algún tipo de herramienta, tornillería, pieza de repuesto, útiles o similar en el entorno de trabajo?	
4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenados, en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	
5	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	
6	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?	
7	¿Esta todo el mobiliario:mesas, sillas, armarios ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?	
8	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?	
9	¿Existen elementos inutilizados: pautas, herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?	
10	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	

ORDENAR		
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?	
2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?	
3	¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?	
4	¿Están todos los materiales, palets, contenedores almacenados de forma adecuada?	
5	¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?	
6	¿Tiene el suelo algún tipo de desperfecto: grietas, sobresalto...?	
7	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?	
8	¿Tienen los estantes letreros identificatorios para conocer que materiales van depositados en ellos?	
9	¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?	

LIMPIAR		
1	¿Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos! ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	
2	¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	
3	¿Está la tubería tanto de aire como eléctrica sucia, deteriorada: en general en mal estado?	
4	¿Está el sistema de drenaje de los residuos de tinta o aceite obstruido (total o parcialmente)?	
5	¿Hay elementos de la luminaria defectuoso (total o parcialmente)?	
6	¿Se mantienen las paredes, suelo y techo limpios, libres de residuos?	
7	¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, virutas...?	
8	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?	
9	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	
10	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	

ESTANDARIZAR		
1	¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?	
2	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?	
3	¿Hay algún problema con respecto a ruido, vibraciones o de temperatura (calor / frío)?	
4	¿Hay alguna ventana o puerta rota?	
5	¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?	
6	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?	
7	¿Se actúa generalmente sobre las ideas de mejora?	
8	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	

SEGUIMIENTO		
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?	
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?	
3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	
4	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (arnés, casco...)?	
5	¿Cumplen los miembros de la comisión de seguimiento el cumplimiento de los horarios de las reuniones?	
6	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándares definidos?	
7	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?	
8	¿Se están cumpliendo los controles de stocks?	
9	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?	
10	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?	

Guía de calificación	
0	= No hay implementación
1	= Un 30% de cumplimiento
2	= Cumple al 65%
3	= Un 90% de cumplimiento

**Anexo 8. Formato de mejora continua**

Folio No.	<input style="width: 90%;" type="text"/>	Fecha:	<input style="width: 95%;" type="text"/>															
<b>NOMBRE DE LA EMPRESA MEJORA CONTINUA</b>																		
Proyecto de Mejora: _____																		
En donde aplica la mejora:	_____	Aprobación Gerencia:	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>															
Dpto que aplica la mejora:	_____	Aprobación Gerencia:	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>															
Departamento al que se le atribuye la mejora: _____																		
Participantes: _____																		
Detalles del estado anterior a que se aplicara la mejora:																		
<div style="border: 1px solid black;"></div>		<div style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 20px;">en legajo de haber</div>																
Detalles del estado actual al momento de aplicar la mejora:																		
<div style="border: 1px solid black;"></div>		<div style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 20px;">en legajo de haber</div>																
Actividades que se implementaron para llevar a cabo la mejora																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #e0ffff;"> <th style="width: 50%;">Actividad</th> <th style="width: 25%;">Responsable</th> <th style="width: 25%;">Status</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>				Actividad	Responsable	Status												
Actividad	Responsable	Status																
En caso de ahorro monetario, favor de poner un estimado o "N / A" _____																		
¿Esto nos deja alguna lección aprendida? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> En caso de "Si" llenar DOC061																		
¿En qué rubro aplica esta mejora?																		
1.- Ambiental y/o Seguridad <input type="checkbox"/> 2.- En el Proceso y/o Calidad <input type="checkbox"/> 3.- En Orden y Limpieza <input type="checkbox"/>	<div style="border: 1px solid black;"></div>																	
Describir el impacto que está mejora tuvo en el área																		
LA AUTORIZACIÓN POR PARTE DE LA(S) GERENCIA(S) E INGENIERÍA DE CALIDAD ES ELECTRÓNICA																		

**Anexo 9. Hoja de auditoria para el mantenimiento autónomo**

Paso 7		Hoja de auditoria para el mantenimiento autónomo		Hoja 1 a 5	
No	Puntos de revisión	Resultados			
<b>CONDICIONES GIRO DE FLECHA</b>					
1.1	¿Se logró el buen mantenimiento a las condiciones básicas?				
1.2	¿Fueron observados los estandares de lubricacion y limpieza?				
1.3	¿Se resolvieron los pendientes de la condición de la máquina?				
<b>ACTIVIDADES DE GRUPO (INSPECCIÓN)</b>					
2.1	¿Se entendieron adecuadamente los objetivos de la inspección?				
2.2	¿Esta avanzando el plan de actividades?				
2.3	¿Se realiza correctamente?				
2.4	¿Se estan entendiendo los modelos de los supervisores?				
2.5	¿Se utilizan adecuadamente las actividades del tablero?				
2.6	¿Los puntos de seguridad son respetados cuidadosamente?				
2.7	¿Son adecuados el tiempo y la frecuencia con que se realizan las actividades del TPM?				
2.8	¿Es mas eficiente continuar con las actividades TPM de esta forma?				
2.9	¿Se guardan tatos de las partes que se utilizan y de las que sobran?				
2.1	¿Se esta llevando acabo la junta después de las actividades y se entregan reportes?				
2.11	¿Estan participando todos los miembros en las actividades?				
2.12	¿Estan todos los miembros cooperando de igual manera?				
2.13	¿Se estan dando ideas a otros grupos de MA.?				

**Elaboración de un instrumento para medir y facilitar el mantenimiento predictivo, de motores eléctricos, empleando el análisis del movimiento armónico simple, con el sensor HY 003**

**Development of an instrument to measure and facilitate the predictive maintenance of electric motors, using the simple harmonic motion analysis, with the HY 003 sensor**

FAUSTO-LEPE, Gabriela Margarita, HERNÁNDEZ-DE SANTIAGO, Luis Ángel, MARQUEZ-GONZALES, Jaime y GARCÍA-VELASCO, Sergio Roberto

*Universidad Tecnológica de Jalisco*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Gabriela Margarita, Fausto-Lepe* / **ORC ID:** 0000-0002-7989-4814, **CVU CONACYT ID:** 585183

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Luis Ángel, Hernández-De Santiago*

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Jaime, Marquez-Gonzales*

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Sergio Roberto, García-Velasco*

G. Fausto, L. Hernández, J. Marquez y S. García

[jbarronmx@gmail.com](mailto:jbarronmx@gmail.com)

V. Luna, (Dir.). Ingeniería, Proceedings-©ECORFAN-México, CDMX, 2019.

## Resumen

Este artículo presenta el trabajo que se realiza al finalizar el 7° cuatrimestre en la carrera de IMAI de la Universidad Tecnológica de Jalisco, para, reafirmar los conocimientos y habilidades de los estudiantes; con el desarrollo elaboración de un instrumento capaz de medir y facilitar el mantenimiento predictivo, de motores eléctricos, a partir del análisis del movimiento armónico simple, con el sensor HY 003 que es el componente electrónico. Para lograr este proyecto se está aprovechando los conocimientos adquiridos en la materia de física y electrónica digital.

## Abstract

This article presents the work that is done at the end of the 7th semester in the career of IMAI of the Technological University of Jalisco, to reaffirm the knowledge and skills of the students; with the development of an instrument capable of measuring and facilitating the predictive maintenance of electric motors, based on the analysis of simple harmonic motion, with the HY 003 sensor. To achieve this project, we are taking advantage of the knowledge acquired in the field of physics and digital electronics

## Introducción

El presente proyecto tiene como finalidad, demostrar a cómo funciona un sensor de ondas magnéticas (sensor Hall) y la gran importancia que este puede tener en las industrias.

El sensor Hall ha tenido un gran impacto desde su descubrimiento por el físico Edwin Herbert Hall, es un mecanismo que nos ayuda a medir por medio de ondas magnéticas la potencia de motores industriales, al igual también es muy utilizado para medir la corriente que pasa por un embobinado y para darle una funcionalidad diferente a un motor por medio de las ondas magnéticas producidas.

El sensor de efecto Hall o simplemente sensor Hall sirve para la medición de campos magnéticos o corrientes o para la determinación de la posición en la que está el polo de un imán.

Si fluye corriente por un sensor Hall y se aproxima a un campo magnético que fluye en dirección vertical al sensor, entonces el sensor crea un voltaje saliente proporcional al producto de la fuerza del campo magnético y de la corriente. Si se conoce el valor de la corriente, entonces se puede calcular la fuerza del campo magnético; si se crea el campo magnético por medio de corriente que circula por una bobina o un conductor, entonces se puede medir el valor de la corriente en el conductor o bobina.

Si tanto la fuerza del campo magnético como la corriente son conocidas, entonces se puede usar el sensor Hall como detector de metales, entre otras muchas funciones que tiene este.

## Definición del problema

Falta de herramienta industrial que permita hacer mediciones magnéticas a imanes, para así detectar sus polos, positivo y negativo.

## Respuesta al problema identificado

Según comscore (2019) Existen maneras y métodos para identificar las polaridades de un imán, sin embargo ninguna industrial. Se pretende, que con el sensor hall reduzcan los tiempos a un 30% en los que se hace mantenimiento preventivo a los motores eléctricos. Enfocándose en la mejora continua.

## Hipótesis

Con la finalización del actual proyecto que por medio de la tecnología de nuestro alcance como lo es el arduino con los sensores y el conocimiento adquirido en nuestro proceso de aprendizaje en la universidad, se pretende llegar a un análisis de la funcionalidad del sensor hall en la industria, sacando los posibles resultados que se le pueden dar a este, aprovechándolo al máximo.

## Justificación

El uso de sensores en la industria ha creado un gran impacto en la eficiencia de equipos funcionando con dichos componentes, ya sea para realizar un trabajo diferente, detectar una falla e incluso para realizar automatización de los mismos equipos.

## Objetivo

Crear una herramienta que ayude a la industria para ir a la mejora continua, por medio de un sensor Hall ky\_003 que detecta los polos negativos y positivos de un campo magnético, en la instalación de motores eléctricos.

## Importancia

La mala organización del personal al detectar algún problema en los equipos tendría un gran impacto negativo en la industria por no percatarse de una falla en la máquina y esto no conllevaría a tener una mejora continua en los equipos de producción.

También se requiere entregar información sobre dicho sensor, para conocer la funcionalidad de este y así encontrarle una forma de integración adecuada en la industria, pudiendo llegar a mejorar los procesos que se dan dentro de las empresas, y así hacer una innovación de gran importancia.

**Figura 1** Participantes del proyecto



Fuente: Alumnos de 7ª de IMAI

## Método

Este proyecto, con el cual se hicieron varias tareas de conocimientos e investigación, tales como: realización y de pruebas a imanes, reconocimiento de polos magnéticos.

Se hizo con el fin de implementar la física la cual es de gran importancia, ya que se encuentra en cualquier parte de nuestra vida cotidiana.

Obviamente también se realizó con el fin de incrementar los conocimientos e competencias profesionales, y utilizar los conocimientos ya adquiridos a lo largo de la carrera.

Con la investigación del sensor hall, y la realización del prototipo de este sensor en el arduino, se logró comprender mejor su funcionalidad y se pudo llegar a varios análisis para los que puede servir este sensor en la industria, los cuales se tomó los que consideramos más importantes presentándolos a continuación:

La primera funcionalidad que le vimos a este sensor frente a la industria fue la de que podría servir para la activación de otros mecanismos, como podrían ser pistones, engranes, otros sensores, motores, bombas, etc.

Lo vimos desde el punto de que al activar un campo magnético como se podría hacer con solenoide o un motor, oh hasta un simple imán, este sensor al detectar el campo magnético podría ser a una frecuencia baja o alta, haga la funcionalidad de activar otros mecanismos que hagan otra función, y así llegar a realizar un proceso automatizado en la industria.

Otra función que se le vio a este sensor en la industria, como se había mencionado anteriormente fue la de detectar la potencia a la que trabajan los motores, y así averiguar si estos funcionan adecuadamente ayudando a detectar las fallas en estos.

**Figura 2** probando funciones



Fuente: Alumnos de 7ª de IMAI

### **Módulo KY-003 Sensor Efecto Hall Magnético**

#### Especificaciones Técnicas

Voltaje de funcionamiento 4.5 Volts a 24 Volts CD

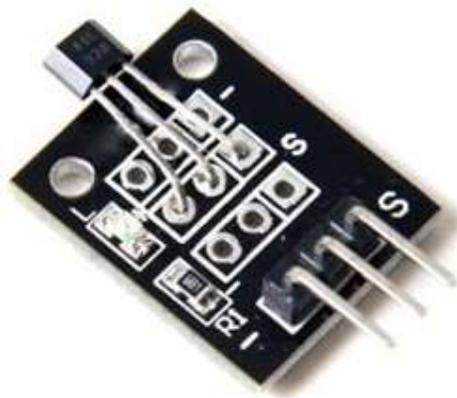
Rango de temperatura de funcionamiento -40 °C a 85 °C, -40 °F a 185 °F

Dimensiones 18.5 mm x 15 mm [0.728 in x 0.5905 in]

Corriente sin carga 3 mA

Corriente con carga 8 mA (Cuando detecta un campo magnético)

**Figura 3** Módulo KY-003 Sensor Efecto Hall Magnético



### **Display LCD 2X16**

#### Especificaciones Técnicas

Resolución: 2 líneas x 16 caracteres

Controlador: LCD HD44780

Voltaje de Operación: 5 Vcc

Dimensión de la pantalla: 65mm x 16mm

Temperatura de operación: -20 °C a + 70 °C

Temperatura de almacenamiento: -30 °C a + 80 °C

Dimensiones de la tarjeta: 80 x 36 x 12 mm

**Figura 4** Display LCD2X16

Después de comprar los componentes del prototipo se siguió con la continuación del montaje de este, una vez montado se comenzó a realizar pruebas con el código de programación. El cual al principio fallo, pero después de unas modificaciones y la descarga de librerías logramos compilar el código y hacer que el prototipo funcione.

El código utilizado se los mostramos a continuación:

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
LiquidCrystal_I2C lcd (0x27,16,2);
float refVoltage=5.0/1023;
float sensorVolts;
int val1;
void setup()
{
// put your setup code here, to run once:
Wire.begin();
}
void loop() {
val1=analogRead(0);
Sensor Volts=refVoltage*(val1);
lcd.begin(16,2);
lcd.clear();
lcd.backlight();
lcd.setCursor (0,0);
lcd.print("B:");
lcd.print((sensorVolts*895.5278)-2238,8193);
lcd.print(" Gauss ");
lcd.setCursor (0,1);
if(((sensorVolts*667)-1667)>2){lcd.print(" (Polo Norte)");};
if(((sensorVolts*667)-1667)<-2){lcd.print(" (Polo Sur)");};
// put your main code here, to run repeatedly; delay(100); }
```

Finalmente se logró el buen funcionamiento del prototipo. Realizando las posteriores pruebas.

## Marco Teórico

### Pantalla LCD

Las siglas LCD significan (“Liquid Cristal Display”) o pantalla de cristal líquido. Es una pantalla plana desarrollada por Pierre-Gilles de Gennes, basada en el uso de una sustancia líquida atrapada entre dos placas de vidrio, haciendo que al aplicar una corriente eléctrica a una zona específica, esta se vuelva opaca y contraste con la iluminación CCFL trasera Barragan M.(2019)

### Sensor Efecto Hall

El Efecto Hall fue descubierto por Edwin H Hall. Este efecto consiste en la aparición de un campo eléctrico trasversal a la corriente que circula por una muestra conductora cuando está se encuentra en un campo magnético (Atorino, Bortolín, Rodriguez, Farías, & Rodriguez, 2009).

## Arduino

Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores, como hobby y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos Varas A. (2018).

## Movimiento ondulatorio

Proceso por el que se propaga energía de un lugar a otro sin transferencia de materia, mediante ondas mecánicas o electromagnéticas. Las únicas ondas que no requieren un medio material para su propagación son las ondas electromagnéticas; en ese caso las oscilaciones corresponden a variaciones en la intensidad de campos magnéticos y eléctricos. Franco, A. (2016)

## Análisis de vibraciones

Análisis de vibraciones es la principal técnica para supervisar y diagnosticar la maquinaria rotativa e implantar un plan de mantenimiento predictivo. Alaba J. (2018).

## Conclusiones

La utilización de sensores en el sector industrial es fundamental para llevar a cabo un proceso con lo mínimos errores posible, cabe destacar que los sensores también no ayudan a tener una mejora en las máquinas y a detectar fallas posibles en los equipos industriales.

## Referencias

Comscore. (2019). Robots didácticos. Recuperado el día 12, julio, 2019, de <https://okdiario.com/howto/como-saber-polaridad-iman-3379872>

Rodriguez, A. (2019) sensor hall, recuperado el día 12, julio, 2019 de [https://www.ecured.cu/Sensor\\_hall](https://www.ecured.cu/Sensor_hall)

Varas, A. (2018). Arduino. Recuperado el día 13 de julio de 2019 de <http://arduino.cl/que-es-arduino/>

Barragan, M. (2009) categoría de productos. Recuperado el día 13, julio, 2019 de <https://hetpro-store.com/lcd-16x2-blog/>

Alaba, J. (2019) técnica industrial. Recuperado el día 13, julio, 2019, de <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-1481-analisis-vibraciones-mantenimiento-predictivo.aspx>

Franco, A. (2016) movimiento ondulatorio. Recuperado el día 14, julio, 2019 de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/ondas/portada.html>

## Diseño de una red de Telemedicina

### Design of a telemedicine network

RAMÍREZ-VÁZQUEZ, Juan†\*, VÁZQUEZ-ELORZA, Fortino y MORENO-PÉREZ, Héctor

*Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Pánuco*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Juan Carlos, Ramírez-Vázquez* / **ORC ID:** 0000-0003-0125-6502, **Researcher ID Thomson G-5980-2018, CVU CONACYT ID:** 428853

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Fortino, Vázquez-Elorza* / **ORC ID:** 0000-0002-6388-5972, **CVU CONACYT ID:** 179281

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Héctor, Moreno-Pérez* / **ORC ID:** 0000-0001-7488-461XX, **CVU CONACYT ID:** 913114

J. Ramírez, F. Vázquez y H. Moreno

carlos.ramirez@itspanuco.edu.mx

V. Luna, (Dir.). Ingeniería, Proceedings-©ECORFAN-México, CDMX, 2019.

## Abstract

The design of the telemedicine network consists basically of two main activities, the development of software to establish communication between specialists and patients and the design of a telecommunication model between the Health Center at Panuco, in the State of Veracruz, and the various health centers in rural areas. The telemedicine system will make it possible to decentralize medical services, avoiding saturation and improving the quality of service to local users, reducing inequalities by broadening geographical boundaries for specialized care and thereby increasing access to health services, with better use and use of human resources. For patients, it will make it possible to carry out diagnostics, early detection, preventive and timely treatments, comprehensive and continuous care, avoid transfers to consult the specialist doctor, reducing distance, time and costs. The design of the pilot network will focus on the Municipality of Panuco, Veracruz, located north of the State of Veracruz, Mexico. A large part of its population lives in hard-to-reach areas characterized by deficiencies in technological infrastructure, transport and public services, among others.

## Telemedicine, Chronic degenerative diseases, Radiofrequency

### Introducción

La Telemedicina es la prestación de servicios de medicina a distancia (Arenas Rosas, 2015). Se remonta a los años 20, ofreciendo asesoría médica desde los hospitales hacia los buques mercantiles. En los años 50 la telemedicina se utilizó con circuitos cerrados de televisión en los congresos de medicina. Durante los 60 la NASA desarrolló un sistema de asistencia médica que incluía el diagnóstico y el tratamiento de urgencias médicas durante las misiones espaciales.

En 1965 se realizó una demostración de operación de corazón abierto con la ayuda de un sistema de telemedicina entre un Hospital de Estados Unidos y el de Suiza, la transmisión fue a través del primer satélite de interconexión continental. La telemedicina se ha mantenido a la fecha de manera más eficiente con el uso de las nuevas tecnologías de telecomunicaciones y de información (Poliszuk, 2006).

La utilidad de la telemedicina es significativa en países en vías de desarrollo, donde la mayor parte de la población vive en zonas rurales o de difícil acceso, en las cuales la atención sanitaria suele ser muy deficiente debido a la falta de medios materiales, la insuficiente calificación del personal médico, el deficiente sistema de transporte y la falta de comunicación entre los centros médicos de las zonas alejadas y el resto de la red de salud. Todo esto conlleva series dificultades al momento de prevenir enfermedades, realizar diagnósticos y aplicar tratamientos adecuados en las emergencias médicas (Zambrano A., 2007).

La atención médica ha ido evolucionando con el cursar de los años, pasando de una asistencia, enfocada en la enfermedad, a una atención dirigida al paciente. En la actualidad, las Tecnologías de la Información y la Comunicación se han combinado para dar como resultado la Telemedicina, a fin de brindar asistencia médica a quien la requiera en sitios distantes (Gómez, 2006). Sin embargo, el sistema público de salud mexicano enfrenta diversos retos tecnológicos, institucionales, regulativos, organizacionales, culturales y financieros para responder a los cambios demográficos y epidemiológicos actuales (Sampedro Hernández, 2010).

La salud y la tecnología en la comunicación permiten tratamientos más efectivos en diagnósticos en las enfermedades, en área de salud se hace referencia en la integración de los modelos de atención como la prevención, curación y rehabilitación para le telemedicina más que nada es una herramienta para la planeación y optimización (Gómez, 2006). La Telemedicina es utilizada con eficacia para las enfermedades crónicas permitiendo, atención oportuna, evitando traslados, disminuyendo tiempo y gastos, beneficios no solo en dimensiones clínicas, sino también mejorando aspectos organizativos en gestión al cambio de la cronicidad (Arenas Rosas, 2015).

En México, la salud es un derecho constitucional, sin embargo el estado de Veracruz ha tenido limitaciones considerables para el cumplimiento, derivado de la pobreza y la marginación.

No obstante, grandes desafíos requieren también grandes soluciones, que deben ser diseñadas con una visión de corto, mediano y largo plazo, con resultados que inicien por resolver las carencias apremiantes y más sentidas por la población en materia de salud y que permitan construir los cimientos de un nuevo modelo de salud estatal. Esto es la intención del trabajo que se presenta en este documento.

### Marco tecnológico

El medio de transmisión es el camino físico entre el transmisor y el receptor. Cualquier medio físico que pueda transportar información en forma de señales electromagnéticas se puede utilizar en las redes de datos como un medio de transmisión. El medio físico puede condicionar la distancia, velocidad de transferencia, topología y el método de acceso (Fernández Barcel, 2009). Los medios de transmisión pueden ser físicos (cables), en donde emplean el par trenzado, cable coaxial y fibra óptica. En los medios no guiados (inalámbricos), la propagación de la señal puede hacerse a través del aire, mar o espacio, utilizando transmisión de datos vía radio, microonda, láser o infrarrojos.

La opción inalámbrica es una solución cuando el costo de realizar una infraestructura a través de cable no es muy accesible. En medios no guiados, tanto la transmisión como la recepción se llevan a cabo mediante antenas. En la transmisión y en la recepción la antena radia ondas electromagnéticas normalmente por el aire y la recepción las capta. Al moverse los electrones se crean ondas electromagnéticas. La cantidad de oscilaciones de una onda electromagnética es su frecuencia y se mide en Hz (hercios). La distancia entre dos máximos o mínimos consecutivos es conocida como longitud de onda y se representa por la letra griega lambda  $\lambda$ .

La tecnología a utilizar en el presente estudio es la radiofrecuencia, que es un método de almacenamiento y recuperación remota de datos RFID, el cual se basa en un concepto similar al del sistema de código de barras y emplea señales de radiofrecuencia (en diferentes bandas dependiendo del tipo de sistema, típicamente 125 KHz, 13,56 MHz, 433-860-960 MHz y 2,45 GHz). La radiofrecuencia utiliza ondas de radio, la cual es una tecnología altamente probada, con un ancho de banda alto, con canales de video, canales full dúplex, distancias media de varios kilómetros, inmunidad electromagnética y seguridad alta, tal como se observa en la tabla 8.1.

**Tabla 8.1** Medios de transmisión guiados y no guiados

	Par Trenzado	Cable Coaxial	Fibra óptica	Microondas por satélite	Microondas terrestres	Ondas de Radio
Tecnología ampliamente probada	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Ancho de banda	Medio	Alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Canales video	No	Si	Si	Si	Si	Si
Canales Full dúplex	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Distancias medias	100 m 67 Mhz	500 m Ethernet	2 Km (Multi) 100 Km (mono)	Varios Km	Varios Km	Varios Km
Inmunidad electromagnética	Media	Media	Alta	Alta	Alta	Alta
Seguridad	Baja	Media	Alta	Alta	Alta	Alta

*Fuente: Sanguña Guevara (2010)*

Los sistemas de radio en las señales de radiofrecuencia constan de dos componentes: de un transmisor y de un receptor. El primero genera oscilaciones eléctricas con una frecuencia determinada denominada frecuencia portadora que se irradian en la antena en forma de ondas electromagnéticas; la irradiación llamada onda portadora, que en combinación con la información a transmitir, onda moduladora, constituyen el conjunto de la transmisión que viaja por el espacio hasta ser detectada por el receptor (Cairone, 2002).

El término radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada ente unos 3 KHz y unos 300 GHz. Las ondas electromagnéticas de esta región del espectro, se pueden transmitir aplicando la corriente alterna originada en un generador a una antena.

Dentro de las características de la radiofrecuencia tenemos: Facilidad con la cual puede ionizar el aire para crear una trayectoria conductora a través del aire, una fuerza electromagnética que conduce la corriente del RF a la superficie de conductores, conocida como efecto de piel y la capacidad de aparecer a través de las trayectorias que contienen el material aislador, como dieléctrico aislador de un condensador.

### Marco social

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es un indicador del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo sobre los logros obtenidos por los países en relación con las dimensiones fundamentales del desarrollo humano: una vida larga y saludable, la adquisición de conocimientos y disfrutar de un nivel de vida digno. Su valor máximo es el uno, el estado ideal de desarrollo humano (ONU, 2018).

El estado de Veracruz contaba con un IDH tan bajo como el de países como Libia, Jordania o Irán, naciones en guerra o con gobiernos totalitaristas (Toledo, 2018). Aunque en 2018, México formaba parte de las quince economías más grandes del mundo, el estado de Veracruz contaba con .713 puntos de IDH por lo cual ocupaba el cuarto lugar con peores condiciones en el país, solo superado por Guerrero (.679), Oaxaca (.655) y Chiapas (.644) (Toledo, 2018). El municipio de Pánuco, situado en el norte de Veracruz, tiene 593 localidades con una población total de 97,290, de acuerdo con la tabla 8.2. Así también, en la tabla 8.3, se pueden observar los centros de salud del municipio de Pánuco, Veracruz.

**Tabla 8.2.** Localidades del municipio de Pánuco, Veracruz

Clave de localidad	Nombre de la localidad	Población total	Grado de marginación	Ámbito
301230001	Pánuco	40754	Bajo	Urbano
301230029	Moralillo	10191	Bajo	Urbano
301230014	Tamos	3883	Medio	Urbano
301230904	Guayalejo	2723	Alto	Urbano
301230022	Villa Cacalilao Dos	2180	Bajo	Rural
301230251	Antonio J. Bermúdez	1516	Bajo	Rural
301230062	Aquiles Serdán	1442	Alto	Rural
301230041	El Molino	1186	Alto	Rural
301230096	Colonia Piloto	992	Medio	Rural
301230031	Paso Real (Buenavista)	945	Bajo	Rural
301230276	Confederación Nacional Campesina (Canoas)	921	Bajo	Rural
301230089	Vega de Otates	858	Medio	Rural
301230075	Nuevo Chicayán	765	Alto	Rural
301230011	Reventadero	736	Alto	Rural
301230009	Nuevo Michoacán (La Michoacana)	723	Medio	Rural

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010

**Tabla 8.3** Centros de Salud del Municipio de Pánuco, Veracruz

Localidad	Dirección
Pánuco	Hospital General Pánuco "Dr. Manuel Ávila"
Pánuco	Pánuco Col. Revolución Mexicana
Jopoy	C.S. Jopoy
Estación Méndez	Estación Méndez
Nuevo Michoacán (La Michoacana)	Nuevo Michoacán (La Michoacana)
Tamos	Tamos
Calentadores	Calentadores
Moralillo	C.S. El Moralillo
Oviedo	Oviedo
Ex-Hacienda Chintón (La Quina)	Ex-Hacienda Chintón (La Quina)
Vega de Otates	Vega de Otates
Colonia Piloto	Colonia Piloto
Úrsulo Galván	Úrsulo Galván
Antonio J. Bermúdez	Antonio J. Bermúdez
Aquiles Serdán	Aquiles Serdán

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010

A nivel de salud, el municipio de Pánuco, solo cuentan con un hospital general, el cual presta servicio a las poblaciones menos favorecidas mediante el programa de medicina comunitaria y 14 centros de salud ubicados en las diversas comunidades. Las condiciones de funcionamiento de estos centros de salud de pequeña capacidad son limitadas, ya que tienen poco personal médico especializado.

La mayoría de los centros de salud no cuenta con ninguna infraestructura tecnológica que les permita mantener un contacto directo con el resto de la red de salud a fin de llevar controles de funcionamiento, desarrollar logísticas en casos de emergencias, realizar interconsultas, etc.

Por cuestiones de distancia y relevancia en población atendida, se seleccionaron para el presente estudio las comunidades de A. J. Bermúdez y Vega de Otates.

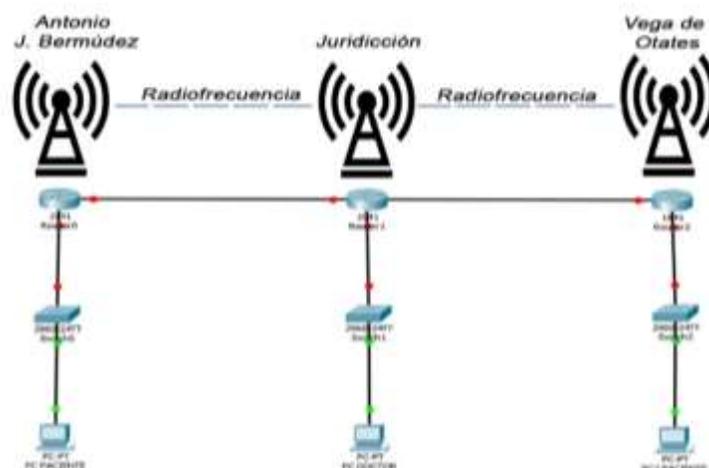
## Desarrollo

En la figura 8.1, se puede observar un esquema de la red propuesta, para conectar los centros de salud de las comunidades. La red está planteada para llevar a cabo interconsultas entre los especialistas del Hospital General de Pánuco y los médicos o personas encargadas en las comunidades.

Para el diseño de la red se consideraron los elementos que tuvieran costos accesibles y funcionales y que permitieran llevar a cabo el proyecto. Inclusive, se consideró que para su instalación colaboraran los profesores del Instituto Tecnológico Superior de Pánuco (ITSP) involucrados con este proyecto así como otros profesores y estudiantes. Lo anterior como parte de sus prácticas en las asignaturas respectivas, además del servicio de apoyo a las comunidades.

La relación con las diversas autoridades del municipio y de las localidades permitió el desarrollo del trabajo, incluso con la participación también de otras personas de las comunidades y de los centros de salud. Los beneficios para ambas partes eran evidentes por lo que se procedió con el mismo.

**Figura 8.1** Diseño de la Red de telemedicina del municipio de Pánuco



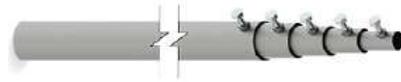
*Fuente: Elaboración propia*

La tabla 8.4 muestra la selección de equipos tecnológicos utilizados para integrar la red de Telemedicina. En la figura 8.2, se presentan algunas imágenes que muestran el trabajo de los profesores del ITSP para conectar las antenas de comunicación.

**Figura 8.2** Profesores del ITSP instalando antenas de comunicación

Fuente: Elaboración propias

**Tabla 8.4** Equipo tecnológico utilizado en la red de Telemedicina

<p><b>Antenas ubiquiti litebeam M5 direccional 450mbps lbe-m5-23</b>          Marca Ubiquiti Networks          Modelo LiteBeam M5          Tipo de antena Direccional          Velocidad máxima de transmisión 5 MB          Frecuencia 5.875 Hz</p>	
<p><b>Mástil telescópico de 15 m (49.2 ft) compuesto por 5 seccion</b>          Marca Syscom          Modelo SLM-15</p>	
<p><b>Antenas ubiquiti powerbeam m2400 m2</b>          Powebeam18dbi Pbem2400.          Marca Ubiquiti Networks          Modelo PBE-M2-400          Tipo de antena Omnidireccional          Velocidad máxima de transmisión 150 MB          Frecuencia 2 GHz</p>	
<p><b>Switch administrable de 24 puertos 10/100/1000t + 2 puerto</b>          Marca TP-Link          Modelo GS-4210-24T2S          Cantidad de puertos RJ-45 24          Cantidad de puertos SFP 2</p>	
<p><b>Bote con 100 piezas de plug modular rj45 cat6 sin bl</b>          Modelo LP-6P</p>	
<p><b>Impresora multifuncional Epson 13110 ecotank tinta continua</b></p>	
<p><b>Tester red usb coaxial para cable rj45 rj11 bnc marca: importado</b>          Modelo: CBRACCCACT015          Conector de entrada: RJ-45          Conector de salida: RJ45</p>	
<p><b>Regulador sola basic dn21132 1300va 8 contactos dn-21-132</b>          Línea: No Breaks y Reguladores          Potencia pico: 1300VA          Voltaje de salida: 120V          Rango de voltaje de entrada: 100-127 V          Tipo de producto: Regulador de voltaje</p>	

<p><b>Bobina de cable de 305 metros cat6+, calibre 23 alto rendimiento</b>          Marca: Linkedpro          Modelo: PRO-CAT-6-PLUS</p>	
<p><b>Computadora de escritorio</b>          Marca: Armada          Procesador: Intel Celeron          Disco duro: 1 TB          RAM: 8 GB          Sistema operativo: Windows 10 (Prueba)          Tamaño de la pantalla: 19.5 "</p>	
<p><b>Cámara web logitech c920 webcam full hd 15 megapíxeles 1080p</b>          Marca: Logitech          Línea: HD Pro          Modelo alfanumérico: V-U0028          Resolución de video:1080          Resolución de imagen: 15 Mpx          Interfaces: USB 2.0</p>	

Fuente: Elaboración propia a partir de diversas publicaciones de proveedores

## Conclusiones

El estudio realizado de las condiciones de infraestructura tecnológica de los centros de salud de las comunidades, llevó al equipo que desarrolló el proyecto a la conclusión que la tecnología más económica y rápida para incorporarlo a la red de salud es la presentada, en la tecnología de radiofrecuencia.

El éxito de la implementación de la telemedicina en las zonas rurales, está íntimamente relacionado con la selección de adecuada de la tecnología a utilizar, considerando los recursos tecnológicos con los que cuenta.

Actualmente el proyecto se encuentra en la fase de levantamiento de la información concerniente a los materiales, equipos y personal con que cuentan cada uno de los ambulatorios involucrados en la red. Lo interesante de este estudio es que el resto de los ambulatorios que conforman la red tienen una ubicación geográfica diferente por lo que se debe determinar un diseño único para cada caso.

Se espera que el modelo de la red permita replicarlo en otras zonas rurales o de difícil acceso.

## Referencias

- Arenas Rosas, J. (2015). Atención Integrada de las Enfermedades Crónicas. *3rd World Congress on Integrated Care*, 19-21.
- Cairone, D. J. (2002). Telecomunicaciones. *Transmisión de información por radiación*.
- Fernández Barcel, M. (2009). *Redes de Datos*. Andalucía: Facultad de Ciencias Sociales y de la Comunicación.
- Gómez, A. (2006). Aplicación de telecomunicaciones en salud. *Telemedicina*.
- ONU. (15 de Nov de 2018). Índices e indicadores de desarrollo humano (Actualización Estadística 2018). Nueva York.
- Polizuk, A. G. (2006). Aplicaciones de telecomunicaciones en salud en la subregion andina. *Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS*, 05-13.
- Sampedro Hernández, J. (2010). Aprendizaje e innovación: El caso de la telemedicina en México. *Departamento de Estudios Institucionales*.

Sanguña Guevara, F. (2010). *Estudio técnico de la red de Telecomunicaciones para brindar los servicios de voz, internet y video por demanda de una urbanización*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

Toledo, A. (15 de Junio de 2018). *Vive Veracruz en subdesarrollo*. Veracruz, México.

Zambrano A., H. M. (2007). *Diseño de una red de telemedicina para zonas urbanas de difícil acceso: caso Baruta - El Hatillo*. *IV Latin American Congress on Biomedical Engineering 2007, Bioengineering*, 966-970.

## **Desarrollo de un sistema de monitoreo de signos vitales para personas de la tercera edad**

### **Development of a vital signs monitoring system for the elderly**

PEREZ-FLORENTINO, Ángela† & HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, Patricia\*

*Instituto Tecnológico Superior de Pánuco, Tecnológico Nacional de México*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Ángela, Pérez-Florentino* / **ORC ID:** 0000-0001-5063-2733, **Researcher ID Thomson:** I-5454-2018

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Patricia, Hernández-Rodríguez* / **ORC ID:** 0000-0002-1451-151X

A. Pérez & P. Hernández

angela.perez@itspanuco.edu.mx

V. Luna, (Dir.). Ingeniería, Proceedings-©ECORFAN-México, CDMX, 2019.

## Abstract

This paper aims to present an application for monitoring vital signs aimed at older adults, because those that exist in the market are mostly dedicated to support athletes. A planning, design and programming of the application was carried out according to the needs of the elderly, considering the agile methodologies used for the development of mobile applications. Tests were done to determine its functionality. The contributions are to have created an application for the Smartphone with Android operating system because they are the most popular, and its cost is lower compared to those of IOS; in the same way verify that devices can be made to take vital signs and link them to mobile applications at an affordable price for people who are low income.

## Monitoring vital signs, Elderly, Application

### Introducción

Según Arroyo (2011), el World Wide Web Consortium (W3C) definía en 2007 el término Dispositivo móvil, como aquel aparato portátil desde el que se puede acceder a la web, diseñado para ser usado en movimiento; teniendo como característica que no tiene conexión física a las redes para acceder a internet y la facilidad en la movilidad de quien emplee el aparato.

Poco a poco los dispositivos móviles han ido ganando terreno en nuestras vidas, su uso se ha masificado debido a la utilidad que conlleva el trabajar con ellos, pues como ya se mencionó sus bondades van desde: el tamaño, la facilidad de transporte, pasando por su capacidad de cómputo, hasta la integración de varios servicios que antes se tenían por separado.

De acuerdo a Vázquez y Sevillano (2015) el dispositivo móvil más usado es el *smartphone* o teléfono inteligente, debido a que permite acceder a la instrucción desde cualquier lugar y en cualquier circunstancia, permitiendo consigo una comunicación multidireccional al poder realizar casi cualquier cosa con él. Así mismo, comentan que estos dispositivos pueden realizar las tareas, casi como un equipo de cómputo tradicional al alcance de cualquier persona sea de donde quiera que esta se encuentre, sin necesidad de que ella cuente con grandes conocimientos para operarlos, permitiendo con ello enviar o recibir información.

Desde su aparición se han creado una diversidad de aplicaciones para facilitar las actividades. En los últimos años el dispositivo móvil se ha hecho presente en todos los ámbitos de la vida; existen aplicaciones en lo educativo, en lo social y recreativo, en la salud, etc. La mayoría de ellas se han hecho imprescindibles en nuestro al apoyar en diversas necesidades, dependiendo en el contexto.

Por su parte, las aplicaciones móviles aplicadas como soluciones tecnológicas en el ámbito de la salud, siguen aumentando potencialmente, principalmente por la implementación de algoritmos, con el mínimo de errores, mediante los cuales ofrecen innovación y mayor calidad en los servicios (Santamaría y Hernández, 2015).

Una de ellas, importante porque está en detrimento de la vida, y cuando la distancia es un factor crítico, la telemedicina es usada por los profesionales para intercambiar información válida para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades, con la intención de avanzar en la salud de los individuos y de las comunidades (Santamaría y Hernández, 2015).

Derivado de ello, nace la aplicación que se reporta en este trabajo. Las personas de la tercera edad, en su mayoría, padecen diversas enfermedades, algunas derivadas de su incierta presión arterial, lo que conlleva a un desenlace fatal si no se le tiene monitoreada. Aunado a lo anterior, algunas de estas personas se encuentran viviendo en soledad, sin nadie que los asista en caso de presentar alguna molestia.

Aprovechando las bondades de la telemedicina, la aplicación servirá como apoyo al adulto mayor, al llevar un historial de sus signos vitales y, en caso de que se detecte una variación, se le notificará al médico sobre la situación.

En la metodología se describe el procedimiento que se siguió para el desarrollo del sistema, como: la planificación, los requisitos, el diseño y las pruebas. En el apartado de los resultados se visualiza en las imágenes el producto de la aplicación.

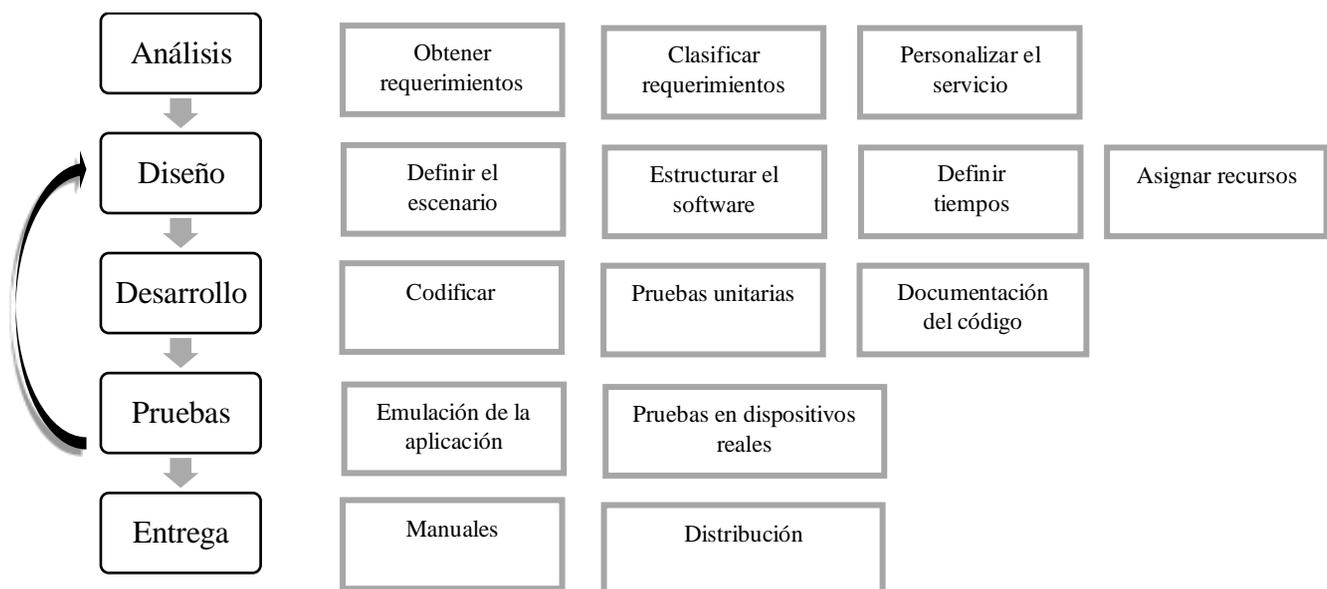
## Metodología

El desarrollo de aplicaciones móviles difiere del desarrollo de software tradicional en muchos aspectos, lo que provoca que las metodologías usadas para estos entornos también difieran de las del software clásico. Esto es porque el software móvil tiene que satisfacer una serie de requerimientos y condicionantes especiales que lo hace más complejo (Blanco et al, 2009).

La metodología ágil para el desarrollo de aplicaciones móviles, debe de estar enfocada para cubrir los requisitos funcionales del prototipo, pasando por las diversas etapas, las cuales proveen de información indispensable para el avance en el proceso, ya que proporcionan datos o elementos de entrada a las siguientes etapas del prototipo.

La metodología cuenta con las fases de análisis, diseño, desarrollo, pruebas de funcionamiento y entrega (Beck, Beedle, Bennekum, y Cockburn, 2001), como se muestra en la figura 9.1.

**Figura 9.1** Metodología de desarrollo de la aplicación móvil



*Fuente: Elaboración propia*

### Primera fase: Análisis

De acuerdo con la solución planteada a nuestra problemática, en esta fase se trazaron las necesidades que debe de satisfacer la aplicación, haciendo énfasis en la determinación de requerimientos funcionales, los cuales indican los servicios que debe proveer la aplicación, en el momento que recibe ciertas entradas o señales de datos. En cuanto a los requerimientos no funcionales, están definidos por las propiedades relacionadas a los requerimientos de la instalación y de tiempo de respuesta, entre otros (ver tabla 9.1).

**Tabla 9.1** Requisitos funcionales y no funcionales

Requerimiento	Descripción
RF1	La aplicación es para Smartphone
RF2	Cuenta con un módulo en donde se captura su presión arterial, su ritmo cardiaco y su peso corporal.
RF3	La aplicación reconoce el dispositivo que toma la presión arterial.
RF4	Se visualiza el resultado sobre la presión arterial, indicando si es normal o elevada
RNF1	Para la toma de la presión se requiere la conexión bluetooth de la aplicación al dispositivo.
RNF2	La aplicación requiere de un espacio mínimo de MB para su instalación y funcionamiento.
RNF3	La interfaz debe ser amigable con el usuario, facilitando su uso.

*Fuente: Elaboración propia*

Se realizaron también las estimaciones de tiempo de elaboración del sistema, utilizando un diagrama de Gantt para planificar y programar las tareas (ver tabla 9.2).

**Tabla 9.2** Tiempo para las actividades

Tareas	Tiempo
Análisis de la información recopilada.	1 mes
Definir las herramientas para el desarrollo de la aplicación.	15 días
Diseño y programación del componente electrónico.	2 meses
Diseño y programación de la aplicación.	2 meses
Pruebas de desempeño de la aplicación.	1 mes

*Fuente: Elaboración propia*

Además, se plantearon las características del software que se sabía se puede utilizar, mismos que podían ser Android Studio, Xamarin y PhoneGap. De igual manera se analizaron las características que se requerían para el hardware, por lo que la computadora debería cumplir con ciertas particularidades.

### Segunda fase: Diseño

Las características del equipo en el que se desarrolló la aplicación son: Windows 10 (64 bits), 8 GB de RAM, 1 TB de espacio en DD, Resolución mínima de 1.280 x 800, Java 8, Procesador Intel para el emulador. Para las pruebas de la aplicación móvil, se consideraron las características del *smartphone* con el Sistema Operativo Android 8.

Para la lectura de los signos vitales, la aplicación requiere del procedimiento de medición del ritmo cardiaco, así como la tabla de valoración de cada una de las categorías, dependiendo además de ciertas variables de peso y edad (ver tabla 9.3).

**Tabla 9.3** Tabla de rangos de presión arterial (mmHg)

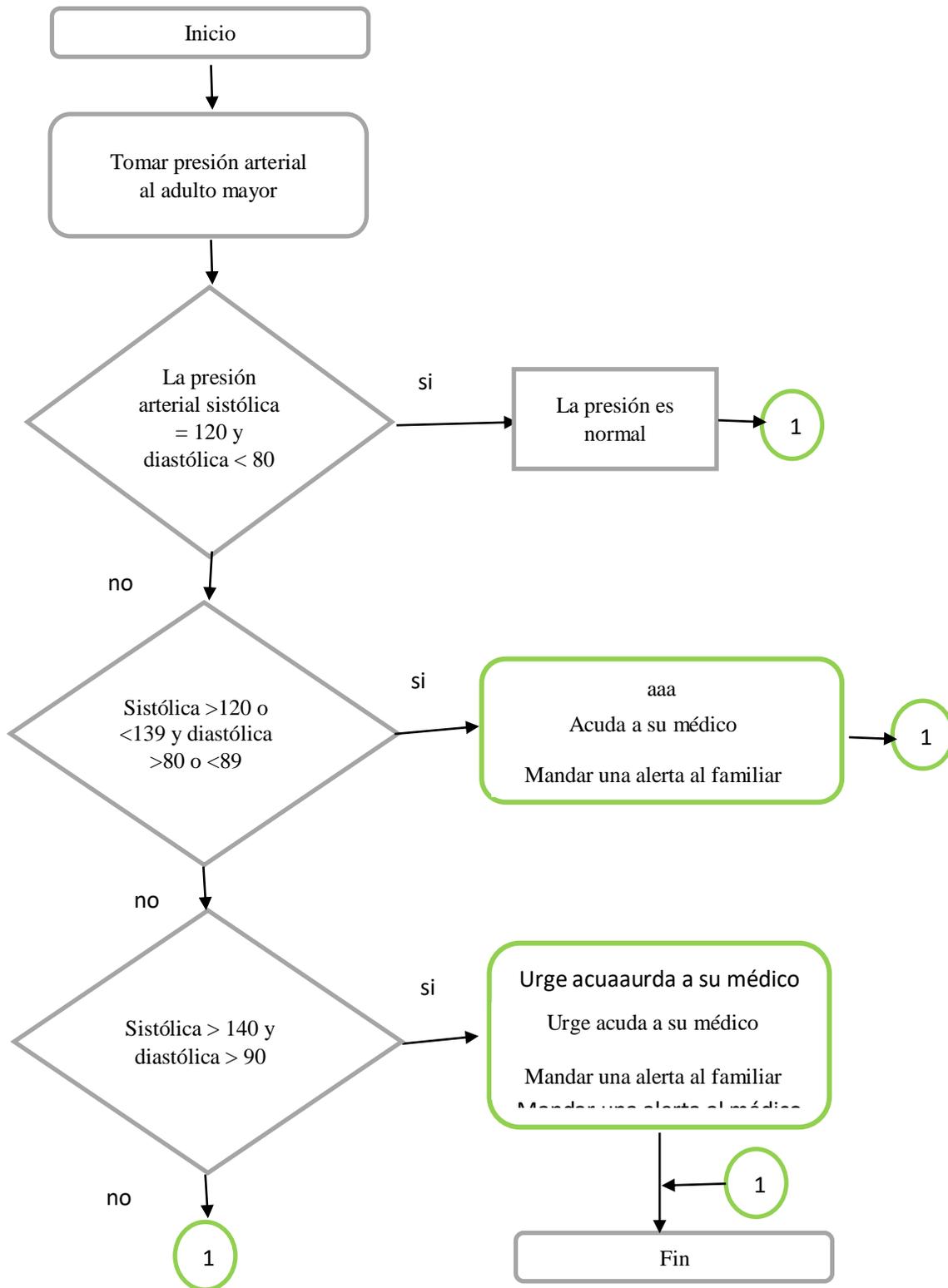
Normal	Prehipertensión	Estado 1	Estado 2	Estado 3
80	95	95	108	110
90	100	100	120	140
95	105	120	140	160
100	120	140	160	180
120	139	159	185	190 más

*Fuente: Dr. Armando Minor (2019)*

### Tercera fase: Desarrollo

Se realizó el análisis de los datos, elaborando los bosquejos que compondrán cada uno de los módulos de la aplicación, para diseñar la interfaz del sistema (Figura 9.2).

**Figura 9.2** Diagrama de flujo de toma de presión arterial

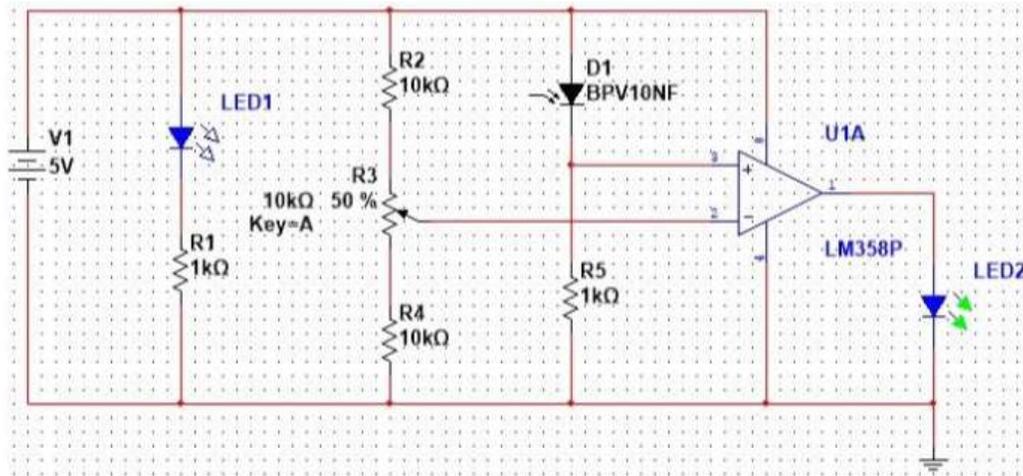


*Fuente: Elaboración propia*

Ya teniendo el método de medición se continúa con los componentes para el armado del prototipo. Un amplificador operacional que, cuando el corazón bombea la sangre, al pasar por la vena, golpea las paredes de la vena haciendo un movimiento imperceptible al ojo humano. El amplificador operacional hace la función de amplificar ese movimiento y hacerlo perceptible mediante un led, el cual indica en movimiento al encender y apagar.

También se utilizó un led como indicador del pulso, seguido por resistencias y un potenciómetro, que ayudarán al led para hacerlo más sensible y así mostrar las pulsaciones. La colocación de los componentes se muestra en la figura 9.3.

**Figura 9.3** Diagrama del prototipo en el software



*Fuente: Elaboración propia*

El primer prototipo se muestra de la siguiente manera (Figura 9.4). Para el montaje en físico, se utilizó una tinta conductora y pequeños trozos de cobre con el fin de que las pistas sean flexibles, pero sin perder la forma del circuito y con mayor conductividad. También se analizaron los materiales usados para el montaje del circuito, por ejemplo, su nivel de toxicidad en la piel, así como también las pruebas de alergia sobre las tintas conductoras.

**Figura 9.4** Primer prototipo del dispositivo electrónico de medición



*Fuente: Elaboración propia*

Una vez en el diseño, se elaboraron pantallas en la que se introducen los datos de la persona adulta mayor (usuario principal), de uno o varios familiares, así como de su médico de cabecera si es que lo hubiese. De igual forma, se realizaron las pantallas que permitirán la entrada de los datos, así como aquellas que van a mostrar las estadísticas o reportes sobre los signos vitales del adulto de la tercera edad (Figura 9.5).

**Figura 9.5** Diseño de las pantallas de la aplicación móvil

Fuente: Imagen propia

#### Cuarta fase: Implementación y pruebas

En esta etapa se emula el funcionamiento del sistema para verificar su adecuado funcionamiento, ajustando aquellos detalles que puedan interferir al momento de instalarlo en un equipo real.

Posteriormente se realizaron pruebas en un *smartphone* con pantalla 5.5", 1080x1920 pixeles, RAM 3GB, almacenamiento 16 GB, Sistema Operativo Android 8.1.

Para la realización de las pruebas se utilizó el prototipo del tatuaje electrónico junto con las mediciones que el médico proporcionó. Se realizaron cuatro pruebas con distintas personas, de las cuales dos de ellas son de edad avanzada y dos personas con edades de 15 y 18 años. En la tabla 9.4 se muestra el comparativo de la medición realizada con este prototipo y aquella realizada con el instrumento médico para medir la tensión arterial (esfigmomanómetro).

**Tabla 9.4** Comparativa de las mediciones del dispositivo electrónico y el esfigmomanómetro

Edad	Prototipo tipo tatuaje electrónico		Método convencional esfigmomanómetro	
	Presión arterial sistólica	Presión arterial diastólica	Presión arterial sistólica	Presión arterial diastólica
15 años	140	86	140	88
18 años	119	80	125	86
85 años	130	77	130	77
75 años	143	84	143	84

Fuente: Elaboración propia

#### Resultados

A través del desarrollo de esta aplicación, se ha podido utilizar el prototipo en personas de varias edades y, de acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo, el dispositivo tipo tatuaje electrónico es funcional, sin embargo, se presentó una variación de acuerdo al movimiento de los músculos, por el movimiento natural del cuerpo. En las mejoras del prototipo se pretende cambiar algunos componentes ya que al estar muy sensible este puede variar por las razones antes mencionadas.

El prototipo electrónico cumple con su función al tomar los signos vitales que, por medio de *bluetooth*, fueron enviados del dispositivo que se le coloca al usuario, para el procesamiento de esos datos y almacenamiento en la base de datos. Así mismo, al obtener valores que de acuerdo a las tablas de presión arterial se consideren altas, enviaría una alerta a los contactos que se tienen registrados.

Este dispositivo sería mayormente utilizado en personas de la tercera edad puesto que son las más propensas a sufrir algún cambio drástico en su ritmo cardiaco, de igual forma en ser monitoreadas las 24 horas, y así el familiar del usuario podrá tener los signos vitales en caso de alguna emergencia.

## Agradecimiento

Agradecemos al Instituto Tecnológico Superior de Pánuco, por las facilidades otorgadas para el desarrollo del prototipo electrónico y la aplicación móvil.

## Conclusiones

La hipertensión arterial es considerada como un predictor de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, entre las que destacan la enfermedad cerebrovascular, el infarto del miocardio, la insuficiencia cardiaca, la enfermedad arterial periférica y la insuficiencia renal (Consejo de Salubridad General, 2014).

El desarrollo de un sistema de información completo, como el que se inicia con este prototipo, da como resultado un sistema que permite un monitoreo de los signos vitales de una persona adulta mayor, admitiendo su captura y procesamiento para darle un seguimiento a esa información a través de su médico y de sus familiares.

Los resultados iniciales del prototipo permiten orientar un mejoramiento de la aplicación, desde el diseño del software hasta los componentes que integran el hardware. Por ello, se siguen haciendo modificaciones en el dispositivo que toma la presión arterial, con la finalidad de reducir su tamaño, así como con la aplicación para que registre el ritmo cardiaco automáticamente.

Es importante seguir recopilando información del uso del prototipo, para tener la certeza de la veracidad de la información que se obtiene. Tales elementos permitirán generar una base de datos con mayor certeza y confiabilidad de lo que se puede visualizar en este momento. Además, las comunidades en lejanía de los centros de salud verán con beneplácito el desarrollo.

## Referencias

- Arroyo, N. (2011). Información en el móvil. Natalia Arroyo. Editorial UOC. Barcelona España. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=KtAtAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=dispositivo+movil&ots=Exq\\_BHU3Ia&sig=A2M70OCuirXBOMSfDRUxkYxsZoc#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=KtAtAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=dispositivo+movil&ots=Exq_BHU3Ia&sig=A2M70OCuirXBOMSfDRUxkYxsZoc#v=onepage&q&f=false)
- Blanco, P., Camarero, J., Fumero, A., Wertersky, A. y Rodríguez, P. (2009). Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles. Introducción al desarrollo con Android y el iPhone. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Antonio\\_Fumero/publication/267795011\\_Metodologia\\_de\\_desarrollo\\_agil\\_para\\_sistemas\\_moviles\\_Introduccion\\_al\\_desarrollo\\_con\\_Android\\_y\\_el\\_iPhone/links/577009d108ae842225aa444b/Metodologia-de-desarrollo-agil-para-sistemas-moviles-Introduccion-al-desarrollo-con-Android-y-el-iPhone.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Fumero/publication/267795011_Metodologia_de_desarrollo_agil_para_sistemas_moviles_Introduccion_al_desarrollo_con_Android_y_el_iPhone/links/577009d108ae842225aa444b/Metodologia-de-desarrollo-agil-para-sistemas-moviles-Introduccion-al-desarrollo-con-Android-y-el-iPhone.pdf)
- Consejo de Salubridad General. (2014). Diagnostico y tratamiento de la hipertensión arterial en el primer nivel de atención. Obtenido de [http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/076-GCP\\_\\_HipertArterial1NA/HIPERTENSION\\_EVR\\_CENETEC.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/076-GCP__HipertArterial1NA/HIPERTENSION_EVR_CENETEC.pdf)
- Ramírez, R. (s.f.). Métodos para el desarrollo de aplicaciones móviles. Universitat Oberta de Catalunya. Obtenido de [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia\\_y\\_desarrollo\\_en\\_dispositivos\\_moviles/Tecnologia\\_y\\_desarrollo\\_en\\_dispositivos\\_moviles\\_\(Modulo\\_4\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_(Modulo_4).pdf)
- Santamaría, G. y Hernández, E. (2015). Aplicaciones médicas móviles: definiciones, beneficios y riesgos. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81745378016>
- Vázquez, E. y Sevillano, M. (2015). *Dispositivos digitales móviles en educación. El Aprendizaje ubicuo*. Narcea S.A de ediciones. Madrid España. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=C8fDCQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=dispositivo+movil&ots=1zRVSzyKle&sig=yIMVEyD1HFgCP7E8i0x7Aw3Nceg#v=onepage&q&f=false>

## **Modelado 3D, una introducción al proceso para construir y transformar imágenes VR**

### **3D modeling, an introduction to the process to build and transform VR images**

VARGAS-PÉREZ, Laura Silvia†\*, SOTO-HERNÁNDEZ, Ana María, DEL ÁNGEL-HERNÁNDEZ, Julio César y PERALTA-ESCOBAR, Jorge

*Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Madero*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Laura Silvia, Vargas-Pérez* / **ORC ID:** 0000-0001-7605-9779, **Researcher ID Thomson:** X-2426-2018, **CVU CONACYT ID:** 212197

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Ana María, Soto-Hernández* / **ORC ID:** 0000-0002-8660-3413, **Researcher ID Thomson:** X-2282-2018, **CVU CONACYT ID:** 317457

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Julio César, Del Ángel-Hernández*

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Jorge, Peralta-Escobar*

L. Vargas, A. Soto, J. Del Ángel y J. Peralta

[laura.silvia.vargas@gmail.com](mailto:laura.silvia.vargas@gmail.com)

V. Luna, (Dir.). Ingeniería, Proceedings-©ECORFAN-México, CDMX, 2019.

## Abstract

3D modeling is a technology that consists of the ability to produce an image, and modify it, alter it and reformulate it, through an appropriate computing environment, based on future needs. The ability to feed the world of Virtual Reality is in the hands of the 3D modeler, as it is used for commercial, research and development purposes. This article provides some suggestions for the design and development of basic 3D modeling using mainly the Blender 3D tool; although they can also be used as a guide when using any other tool of this type. Examples of the development of scenarios for a virtual world that will serve as the basis for a video game are shown.

## Virtual reality, 3D modeling, Design tools

### Introducción

El uso del juego para el aprendizaje es una estrategia nada novedosa, en educación básica es fundamental y obligada. Sin embargo, al avanzar en el conocimiento de conceptos abstractos, la tendencia de los profesores había sido formalizar el manejo de los mismos utilizando metodologías y recursos didácticos más “serios”, tendientes al manejo meramente intelectual, conceptual, asociando las actividades de manipulación con un nivel incipiente de avance en el conocimiento.

Un profesor de matemáticas en ingeniería, por ejemplo, es cuestionado por sus colegas cuando dedica actividades para “jugar” con los colores, los elementos materiales, o los movimientos corporales dentro de un curso de cálculo infinitesimal. No obstante, si los estudiantes y su profesor son fanáticos de los videojuegos y los utiliza como recurso dentro de su práctica docente, tal inclinación no es considerada inapropiada para el nivel de educación superior.

Aunado a lo anterior, hoy en día, el uso de los teléfonos inteligentes está creciendo exponencialmente de tal manera que se proyecta que para el 2020 el 70% de la población mundial (Ericsson, 2017) tendrá uno a su alcance. La utilización de esta tecnología para beneficios en la educación de las personas es una gran oportunidad, por supuesto, sin perder de vista que aquellos estudiantes que se encuentran en el 30% restante deben contar con una alternativa real y cercana para no ser objetos de exclusión y falta de equidad. En las instituciones de educación superior, el acceso generalizado de los estudiantes a salas de cómputo brinda estas opciones indispensables.

Así también el uso de los dispositivos electrónicos donde las aplicaciones de software están al alcance de la mano, se ha generalizado como intención para aprovechar las tendencias de los jóvenes a estar permanentemente conectados de forma virtual. Por lo anterior, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación se ha convertido en un eje transversal de la política educativa en todos los niveles como reflejo de la tendencia mundial que también ha sido objeto de estudio (OECD, 2015; Chiappe, 2016). Sin embargo, a nivel internacional, se ha mostrado que “la calidad de los resultados en educación no tiene tanto que ver con la presencia o la ausencia de tecnología en las escuelas como con la pedagogía adoptada y las condiciones en que se aplica en el aula (Pedró, 2016, pág. 22).

Dentro de la diversidad de recursos tecnológicos, los que más aceptación han tenido son los que tienen características lúdicas, que se han asociado a los juegos más populares entre niños y jóvenes. Muchos de los cuales, de origen, se han diseñado incorporando elementos para aprendizajes en diversas disciplinas –aprendizaje basado en juegos, GBL por sus siglas en inglés- independientemente de sus características motivacionales, afectivas, colaborativas y sociales, utilizando ambientes atractivos como las denominadas Realidad Virtual (VR) y Realidad Aumentada (AR), así como los juegos de Realidad Alternativa, las vistas 2D y 3D, o las versiones para dispositivos móviles como los teléfonos celulares y las tabletas (Ak y Kutlu, 2017; Bacca, Baldiris, Fabregat, Kinshuk, y Graf, 2015; Chen, Ho, y Lin, 2015; Coimbra, Cardoso, y Mateus, 2015; Diaz, Hincapié, y Moreno, 2015; Kim, Song, Lockee, y Burton, 2018; Nincarean, Ali, Halim, y Rahman, 2013; Samaniego, y Sarango, 2016; Sannikov, Zhdanov, Chebotarev, y Rabinovich, 2015; Saorín, Meier, De la Torre, Dámari, y Rivero, 2015).

El modelado 3D es el proceso de desarrollo de algún objeto tridimensional, representado matemáticamente, a través de un software especializado. Se obtiene como resultado un producto al que se le llama modelo 3D.

**Es una tecnología que** consiste básicamente, en la capacidad de producir una imagen, y modificarla, alterarla y reformularla, mediante un entorno computacional adecuado, en función de necesidades futuras.

**La VR está al alcance de todos, y la capacidad de alimentar los mundos virtuales está en las manos del modelador 3D.** En la actualidad se emplea la tecnología VR con fines comerciales, de investigación y de desarrollo. La VR se ha convertido en un vehículo para la creatividad hasta llegar a **largometrajes de animación generados con base a la computación gráfica -animación 3D- y videojuegos.**

En particular el desarrollo de modelos 3D en la actualidad, para diversos fines, es algo más accesible de aprender que hace unos cuantos años. Se cuenta con motores libres y completos, con funciones desde las más básicas hasta las más avanzadas, además de cursos localizables en internet. Algunos aficionados o expertos comparten sus conocimientos por diferentes plataformas: YouTube, Udemy, Platzi, Academia Blender, Educación Digital, entre otras. En este caso, el motor más conocido y libre es Blender 3D (Blender Foundation, s.f.), del cual también se puede encontrar documentación con explicaciones sobre herramientas utilizables, manuales y algunos atajos que permiten resolver problemas rápidamente.

**La curva de aprendizaje de un programa de modelado 3D es considerado un reto y requiere de mucha paciencia.** Actualmente se dispone de **muchos tipos de herramientas para distintos niveles de acceso.** *Software* como *Sketch Up* o Blender dan soluciones muy potentes y de licencia gratuita; mientras que, en la industria, el software más popular es Maya, 3D Studio Max o Zbrush.

**El modelado 3D en VR permite alcanzar algunos de los confines de la imaginación,** y aprender a utilizarla puede llevar a construir sueños imposibles dentro de los campos de la medicina, el mercado inmobiliario, la narrativa de ciencia ficción, los videojuegos, los foros virtuales, la formación y capacitación en grandes empresas sobre diversos procesos internos, en fin, la lista abarca prácticamente todos los sectores.

**No es necesario poseer un talento artístico y técnico elevado en estas herramientas, o desarrollar habilidades superlativas, para poder tener un acercamiento a la VR;** es posible emplear contenido generado por terceros, de venta o descarga gratuita online. Es tan amigable como decidir qué contenido se pretende generar o qué experiencia se desea vivir en VR y llevar a cabo una **búsqueda correcta de los elementos que se desea cubrir en ese mundo tridimensional.**

En ese sentido, el cuestionamiento que motivó este trabajo está relacionado con la búsqueda y prueba de recursos disponibles en la red, de acceso libre, que puedan utilizarse para la programación y el desarrollo de videojuegos digitales para fines educativos. Lo anterior acorde con el principio de buscar cómo y con qué recursos aprenden mejor los jóvenes aspirantes a ingenieros, de acuerdo con Riley (2016).

Se considera que tener como objetivo diseñar y desarrollar un videojuego es más atractivo para los estudiantes de sistemas computacionales o de electrónica, que utilizar otra estrategia didáctica alejada de los intereses propios de la edad -18 a 20 años (Roozeboom, Visschedijk, y Oprins, 2017; Pivec, Dziabenko, y Schinnert, 2003).

Desde el punto de vista afectivo-motivador –competencias genéricas- y del aprendizaje de conocimientos en programación, así como del desarrollo de habilidades vinculadas con las competencias disciplinarias o profesionales para estos estudiantes, es mucho más enriquecedor trabajar en proyectos como los mencionados. La motivación es uno de los factores más importantes que pueden influir en el éxito del uso de los juegos (Huang y Soman, 2013, pág. 17; Kim, Song, Lockee, y Burton, 2018, pág. 39).

En general, los estudiantes se mantienen expectantes por los retos, la fantasía y la curiosidad (ídem, pág. 49), aunque existen algunas diferencias de acuerdo con el género del jugador ya que, por ejemplo, las mujeres prefieren el descubrimiento antes que el reto (ídem, pág. 51).

El objetivo general de este trabajo es desarrollar un procedimiento para el uso didáctico del *software* Blender 3D como un motor de libre acceso, que permita construir escenarios en tres dimensiones para generar aplicaciones de VR, como los utilizados en videojuegos. Lo anterior con fines de capacitación de los estudiantes de ingeniería interesados en participar en proyectos de este tipo.

## Metodología

En el desarrollo de un proyecto de investigación sobre aplicaciones de VR utilizando gafas, en 2018, se realizó una búsqueda de *software* para el diseño de escenarios en 3D propios para ese trabajo. Se llevó a cabo un análisis de factibilidad y se llegó a la conclusión que se trabajaría con el Blender 3D, sobre todo por su accesibilidad al tener una licencia abierta, por la disponibilidad de diversas herramientas en su configuración, y por el amplio uso que ha tenido en diversos ámbitos, que han motivado la publicación de guías, manuales, notas y recomendaciones disponibles en internet.

La etapa siguiente consistió en la autocalificación de uno de los autores de este trabajo para la comprensión de su manejo a partir de diversos cursos disponibles en la red como los compartidos por Udemy (2018), Academia Blender (2017), Educación digital (2015) y Flipped Normals (2018). Lo anterior, tomando de inicio el desarrollo de algunos proyectos establecidos por el equipo de trabajo del proyecto de investigación.

Se presentaron los avances y resultados preliminares y se reclutaron otros estudiantes para continuar con el desarrollo establecido en el proyecto, por lo que se requería de una nueva capacitación. La decisión sobre este nuevo proceso se concentró en aprovechar la experiencia de la autocalificación realizada un semestre escolar anterior, generando una guía para el uso del Blender 3D con los nuevos integrantes del grupo de investigación.

Este trabajo presenta una propuesta empírica sobre el diseño y desarrollo de elementos básicos de imágenes en 3D, como un mecanismo de capacitación para iniciados. Se trata de elementos que se encuentran con mayor frecuencia al iniciar un trabajo de modelado en VR, en particular aquellos vinculados con el diseño de un videojuego. Se incluirán recomendaciones sobre etapas a cumplir, desde la definición del proyecto hasta el modelo de estructura para imágenes comunes asociadas con el diseño de escenarios.

## Resultados

La primera recomendación, que surge de la experiencia, es tener una idea de lo que se desea hacer; las posibilidades son vastas y de diversos grados de complejidad, por lo que sería recomendable comenzar por algo simple, pero un elemento del proyecto mayor. Por lo anterior, debe plantearse una idea, discutirla, analizarla, enfocarla, hasta llegar a una decisión que puede ser: una historia animada, un videojuego, una simulación ultrarrealista, una representación, un logo, una edición de video.

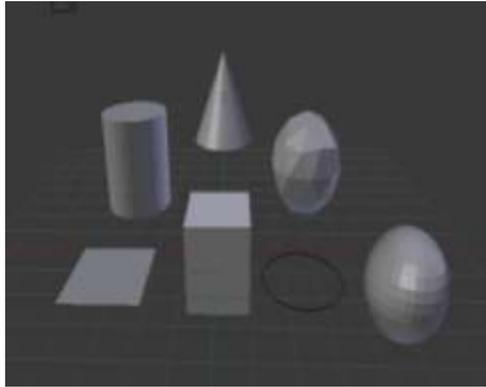
Enseguida, se deberá comenzar a interactuar con la interfaz que se utilizará -en este caso Blender 3D- cuyo entorno podría ser un reto para quien no ha tenido alguna experiencia con un modelador 3D. Podría parecer inquietante el primer acercamiento, pero siempre se encontrarán cuestiones básicas como: a) la vista gráfica donde se podrán visualizar los modelos 3D, algunos vienen con algún modelo básico y otros vienen vacíos; b) un árbol de jerarquía, donde se muestra todo lo que se encuentra dentro de la vista, por ejemplo un foco, cámara, modelo, entre otros; c) las opciones generales, ya sea para la vista gráfica, la resolución, tipo de vista, fondo de la vista entre otros; d) las opciones específicas que aparecerán cuando un objeto sea seleccionado, al que algunos denominan inspector, pero otros solamente las presentan como opciones que tiene el modelo; e) un menú en la parte superior donde aparecerán la mayoría de opciones esenciales como crear un nuevo proyecto, abrirlo, exportar, editar, ver, ayuda entre otros.

Si al comenzar a incursionar en el uso de Blender 3D pareciera que no se entiende muy bien, es recomendable ver algún curso o mini tutorial sobre el uso de herramientas. El inicio recomendable para aprender es el uso de las herramientas principales del motor de Blender 3D, por ello es fundamental utilizar un *mouse* y el teclado para su manipulación. Existe una gran cantidad de accesos directos para utilizar las herramientas disponibles.

## ¿Cómo empezar a modelar?

El proceso del modelado 3D puede visualizarse como una analogía del desarrollo de una escultura física, con un material que puede moldearse de acuerdo con las necesidades de un proyecto o los deseos que brinda la imaginación y la creatividad. El *software* se convierte en el material pero también brinda las herramientas para esculpir.

**Figura 10.1** Modelos primitivos

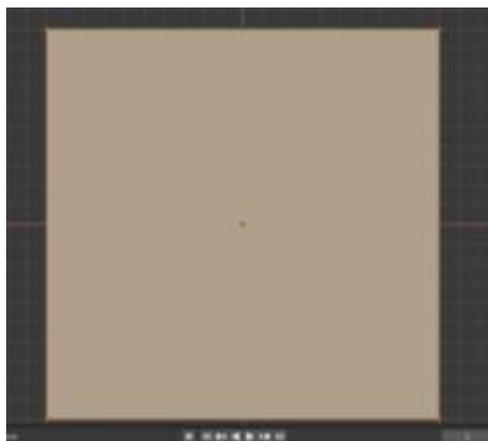


*Fuente: Elaboración propia*

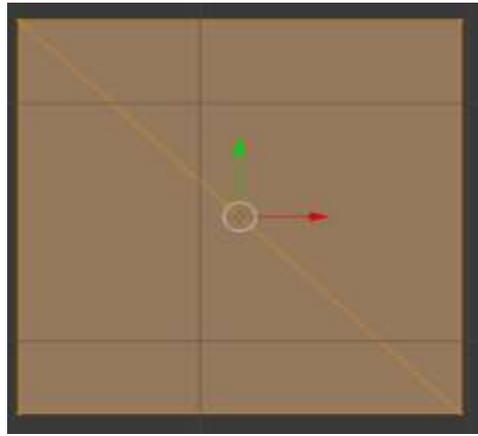
Por lo general, el *software* de modelación como el Blender 3D contiene figuras geométricas primitivas, básicas, como un plano, un cubo, un círculo, una esfera, un cilindro –ver figura 10.1- los cuales serán el punto de partida para los futuros modelos a crear. Dependiendo de la complejidad del modelo a desarrollar, es posible que se requiera inicialmente dibujar sus vistas frontal, lateral, inferior y aérea, ya que serán de gran utilidad para guiar el proceso del modelado de cada vista. Este paso del desarrollo es muy utilizado cuando se realizan personajes u objetos simétricos.

Por ejemplo, la figura 10.2 muestra una cara con cuatro vértices, si se fracciona en forma diagonal se convierte en dos caras, cada una formada con tres vértices, ver figura 10.3. Al estar dos caras unidas no significa que sus vértices serán independientes, ya que cuando colisionen las dos caras dependerán de ese vértice. Una cara puede estar formada de tres o a más vértices. En su proceso de diseño, lo más práctico es convertirla en dos triángulos, y así sucesivamente hasta lograr el modelo deseado.

**Figura 10.2** Una cara con cuatro vértices



*Fuente: Elaboración propia*

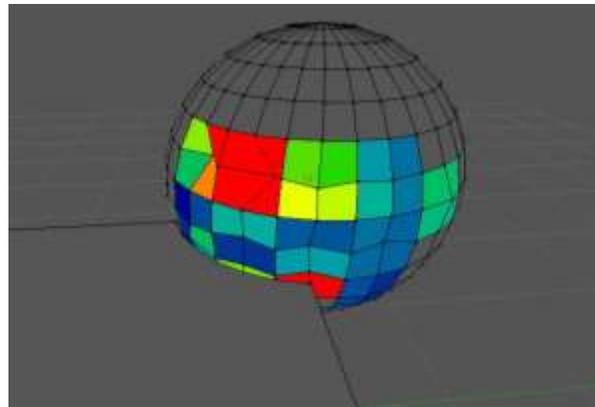
**Figura 10.3** División de cara

*Fuente: Elaboración propia*

### Sobre la distorsión

Cuando se trabaja con modelos 3D, ya sea que se esté moldeando, moviendo sus vectores o uniendo dos o más modelos, ocurre algo que se conoce como distorsión, donde las caras están deformes -figura 10.4. El color rojo muestra la zona con el más alto grado de distorsión, mientras que el azul marino indica una zona con distorsión muy menor -figura 10.5. Dependiendo del modelo, puede ser que no sea posible restablecerle por completo la cara, por lo que es mejor dejarlo lo menos distorsionado posible.

Algo que también se puede apreciar en la figura 10.4, es que hay unas caras de color gris oscuro, lo cual se debe a que esas caras son perfectas pues no tienen distorsión. Este color varía según el motor que utilice.

**Figura 10.4** Distorsión de caras en modelo 3D

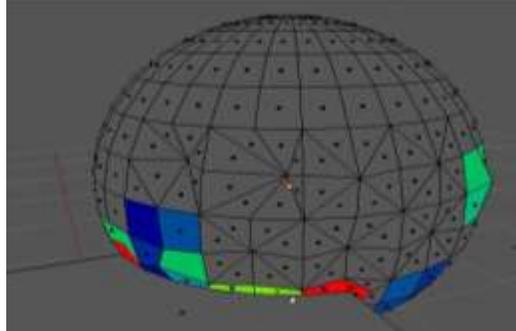
*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 10.5** Gama de color

*Fuente: Elaboración propia*

Para reparar esta distorsión y no perjudicar el moldeado que se realiza, lo mejor es cortar las caras en forma de triángulos, como se puede apreciar en la figura 10.6, al convertir ciertas caras en triángulos, se está eliminando la distorsión. Cuando el triángulo formado es isósceles o escaleno, con algún lado muy largo, es posible que requiera más cortes. Los triángulos equilátero y rectángulo serán perfectos pues no tendrán distorsión.

**Figura 10.6** Eliminación de distorsión

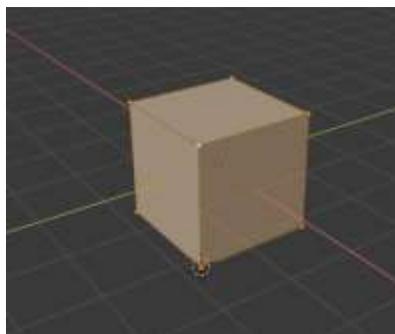


*Fuente: Elaboración propia*

### Sobre la creación de las UV Map

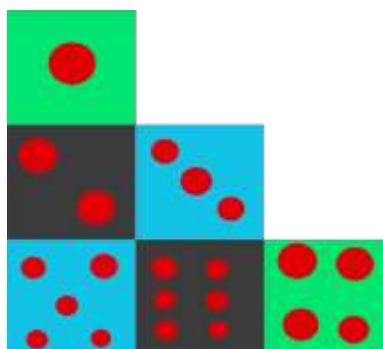
Una vez que se ha trabajado sobre la distorsión, debe proseguirse con la creación de las UV Map. UV Map ó mapeo UV es el proceso de modelado 3D de proyectar una imagen 2D en la superficie de un modelo 3D para el mapeo posterior de texturas. Se muestra cómo funciona con el ejemplo de un cubo 3D -figura 7- y su UV Map -figura 10.8.

**Figura 10.7** Modelo 3D



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 10.8** Modelo 2D (UV Map)

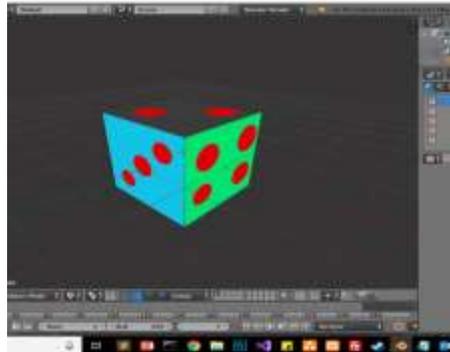


*Fuente: Elaboración propia*

Como se puede visualizar, la creación de estos modelos es semejante a la elaboración de aquellos que se realizan en la educación básica, solamente que aquí se llevan a cabo de forma digital. Así, con ese principio, se puede pintar o dibujar lo deseado, dentro del area establecida, ya que todo lo que se encuentre fuera de esa area no se visualizará en el modelo.

Una vez que se aplique, se adaptará al modelo utilizado y se podrán ver los resultados como el mostrado en la figura 10.9.

**Figura 10.9** UV Map aplicado al modelo 3D



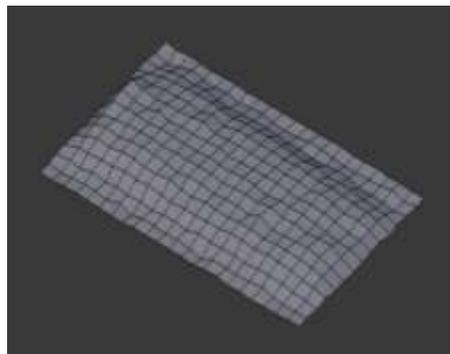
*Fuente: Elaboración propia*

La práctica con el uso de las herramientas permitirá la modelación de los objetos-modelos, sin embargo se recomienda tomar en cuenta la simetría del modelo a desarrollar. Por ejemplo, un puente puede ser simétrico de cuatro lados, es decir, utilizando una herramienta espejo del *software*, es posible crear una parte y, aplicando el espejo, generar las otras tres partes del puente. Otro ejemplo pueden ser los personajes o armas, ya que su generación debe hacerse sobre la mitad de este modelo, y mediante el modo espejo se genera la otra parte. Estos recursos ahorran mucho tiempo en la creación de modelos, que se puede dedicar a investigar otros modificadores disponibles en el *software*. Después de que se ha creado el modelo en cuestión, se deberá aplicar una textura, que implica otra amplia gama de posibilidades.

### **Muestra de modelos desarrollados para un escenario de videojuego**

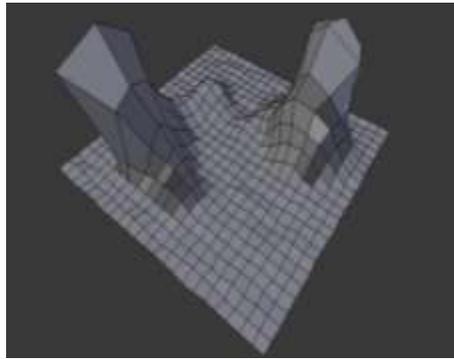
En este trabajo se presentan algunos modelos desarrollados como base para escenarios de un videojuego con Realidad Virtual a partir de un enfoque educacional. Este trabajo se encuentra en proceso de creación y se comparten los avances con una intención didáctica, para estudiantes de ingeniería en sistemas computacionales.

**Figura 10.10** Modelo de terreno 1

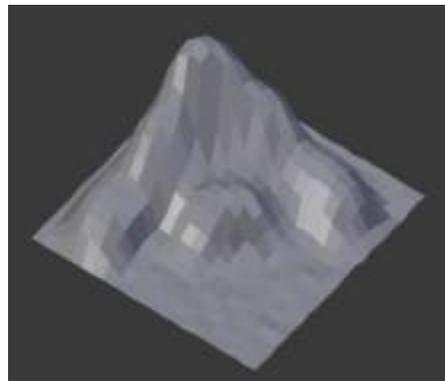


*Fuente: Elaboración propia*

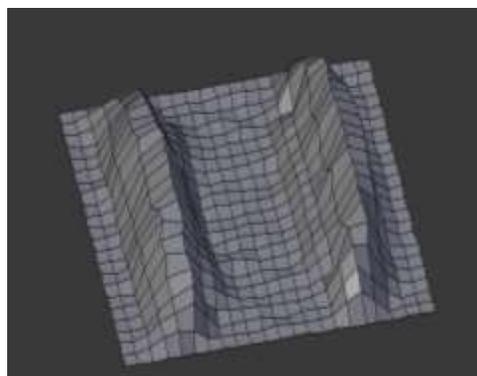
**Terrenos.** El terreno es una parte esencial, por ejemplo, en el mundo de un videojuego, ya que permite al jugador moverse en total libertad por el mismo. Para tener un mejor rendimiento en el desarrollo del modelo, el terreno es diseñado por partes, con la intención de utilizarlas posiblemente en el diseño de terrenos nuevos. El ensamble de estas partes en forma genera nuevas áreas. Otra ventaja es que al estar seccionado el terreno, puede ser manipulado en partes, por lo cual se optimizan los recursos utilizados por el *software*. La herramienta Blender 3D cuenta con un ajuste para la igualdad en las dimensiones de los modelos. La orilla sirve para delimitar la creación de cada modelo y de esta manera asegurar las mismas proporciones respecto a los ejes coordenados X y Y. Las figuras 10.10 y 10.11 muestran una base para los modelos de terreno.

**Figura 10.11** Modelo de terreno 2

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 10.12** Modelo de nivel 1

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 10.13** Modelo de nivel 2

*Fuente: Elaboración propia*

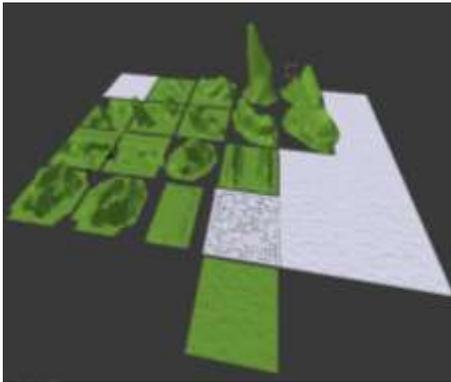
En la etapa siguiente, cada modelo de las figuras 10.12 y 10.13 tiene aplicado su UV Map, y se encuentran preparados para colocar la textura *low-poly* -pocos polígonos- y analizar la distorsión, de acuerdo con el color que le corresponda –ver figura 10.14.

**Figura 10.14** Textura *low-poly* para UV Map

*Fuente: Elaboración propia*

**Flora.** La flora de un terreno se divide en árboles y vegetación del suelo. A todos los modelos anteriores se les aplicó su UV Map para que, desde la textura, tomaran su color correspondiente –ver figuras 10.15, 10.16, 10.17, 10.18 y 10.19.

**Figura 10.15** Modelo de flora 1



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 10.16** Modelo de flora 2



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 10.17** Modelo de árbol 1



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 10.18** Modelo de árbol 2

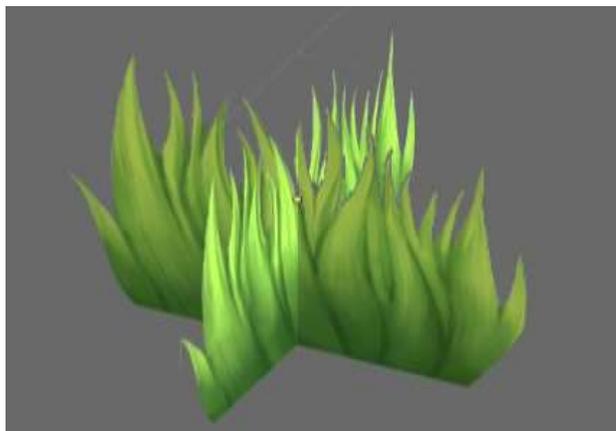


*Fuente: Elaboración propia*

**Esqueletos.** Los esqueletos se utilizan para darle animación al modelo. En el proceso de desarrollo del escenario para el proyecto de videojuego que se presenta, solamente se han aplicado los esqueletos para darle un efecto de movimiento a la vegetación, como puede verse en las figuras 10.19 y 10.20.

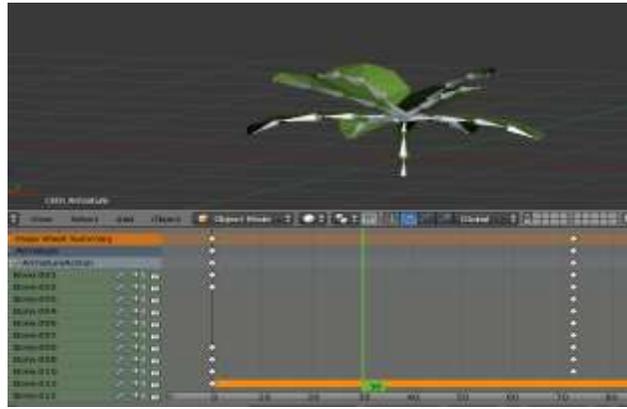
En este tipo de modelado para principiantes, los acabados se trabajan con texturas simples para optimizar recursos, tanto de requerimientos de hardware, como para minimizar el número de imágenes diferentes para cada textura. De acuerdo con el avance en la experiencia del modelado se pueden realizar otras texturas más complejas que enriquecerán el escenario.

**Figura 10.19** Modelo de esqueleto para vegetación 1



*Fuente: Elaboración propia*

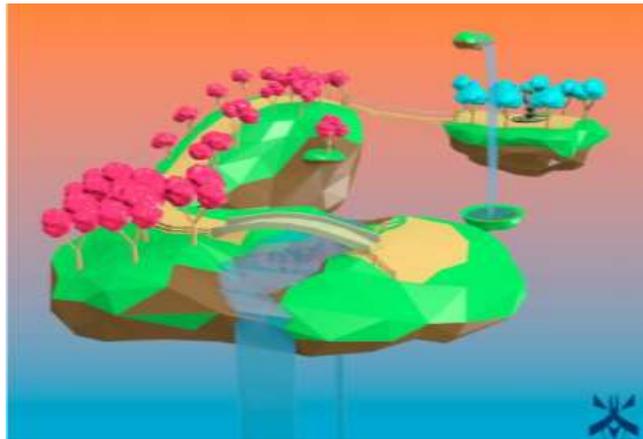
**Figura 10.20** Modelo de esqueleto para vegetación 2



*Fuente: Elaboración propia*

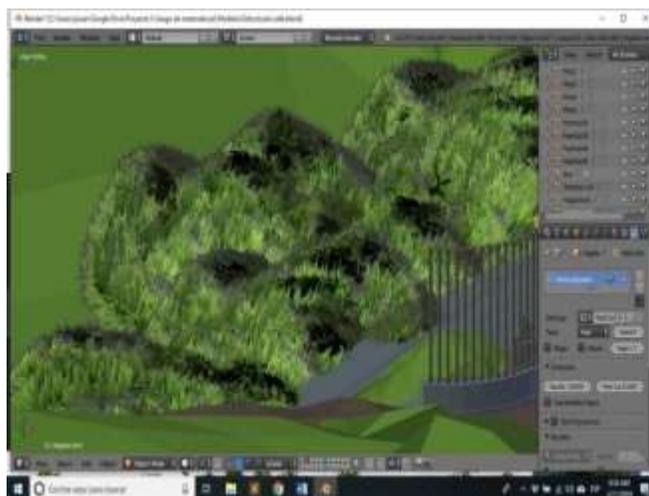
Como un ejemplo más, en una sola imagen –figura 10.21- se compactaron los colores a utilizar y se colocó cada UV Map en su color correspondiente, de esta forma todos los modelos utilizan solo una textura, y con esta es suficiente para dar los diferentes colores a utilizar en cada modelo.

**Figura 10.21.** Mapeo UV de texturas simples y colores para vegetación 1



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 10.22** Modelo de escenario propio



*Fuente: Elaboración propia*

De esta forma, conjuntando figuras, distorsiones, UV Maps con diferentes texturas y color, las posibilidades de combinarlas y construir el escenario, deseado o imaginado o creado en ese momento, son infinitas. Como se mencionaba inicialmente, este trabajo es artístico, se crea a partir de un diseño previo, o se crea de acuerdo con la inspiración del momento, y para muestra ver la figura 22.

## Agradecimiento

Los autores agradecen al Programa para el Desarrollo Profesional Docente que financió el proyecto de fortalecimiento del Cuerpo Académico ITCMAD-CA-15.

Así también para el Tecnológico Nacional de México por los apoyos brindados a través del financiamiento al proyecto 6449.18-P.

## Conclusiones

Desde el punto de vista tecnológico, los estudiantes de Ingeniería en Sistemas Computacionales, en general, se sienten atraídos por la programación de aplicaciones para dispositivos móviles, principalmente asociadas con videojuegos y el uso de la Realidad Virtual y de la Realidad Aumentada. Así, un proyecto de esta naturaleza puede representar una línea de desarrollo interesante para ellos, al desarrollar modelos 3D.

En este documento se presentó una guía referencial general para introducir a nuevos estudiantes en el conocimiento del diseño y desarrollo de modelos 3D. El acceso a los modelos base que conformarán la elaboración de un proyecto, es un punto de partida para iniciar, con una base concreta, su proceso de capacitación y el aprendizaje empírico sobre estos conocimientos específicos.

Cabe aclarar que este procedimiento básico se está llevando a cabo con los estudiantes iniciados en el proyecto de desarrollo sobre Realidad Virtual. Se ha aplicado de esta manera, a partir de los modelos básicos disponibles en el Blender 3D, ya que el sistema disponible de *hardware* no tiene la capacidad para realizar modelos con la cantidad de vegetación requerida. Esto permite también resguardar un catálogo de modelos preparados para que se apliquen en otro momento del desarrollo de los escenarios del videojuego.

## Referencias

- Academia Blender. (8 de Julio de 2017). *Tutorial Blender. Principiantes*. Recuperado el 10 de Octubre de 2019, de YouTube: <https://youtu.be/YSAN912IVIE>
- Ak, O., y Kutlu, B. (2017). Comparing 2D and 3D game-based learning environments in terms of learning gains and student perceptions. *British Journal of Educational Technology*, 48(1), 129-144. <https://doi.org/10.1111/bjet.12346>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Kinshuk, & Graf, S. (2015). Mobile Augmented Reality in Vocational Education and Training. *Procedia. Computer Science*, 75, 49-58. <https://doi.org/10.16.j.procs.2015.12.203>
- Blender Foundation. (s.f.). *Blender*. Recuperado el 10 de Octubre de 2019, de About: <https://www.blender.org/>
- Cai, S., Wang, X., Chinag, y Feng-Kuang. (2014). A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31-40. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.04.018>
- Chen, C. H., Ho, C.-H., y Lin, J.-B. (2015). The development of an augmented reality game-based learning environment. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 174, 216-220. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.649>
- Chiappe, A. (Julio de 2016). *Tendencias sobre contenidos educativos digitales en América Latina*. (UNESCO/IPE-OEI, Ed.) Recuperado el 11 de Septiembre de 2016, de Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina: <http://www.siteal.iipe-oei.org>
- Coimbra, T., Cardoso, T., y Mateus, A. (2015). Augmented Reality: An Enhancer for Higher Education Students in Math's learning? *Procedia Computer Science* (67), 332-339. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.277>

Diaz, C., Hincapié, M., y Moreno, G. (2015). How the Type of Content in Educative Augmented Reality Application Affects the Learning Experience. *Procedia Computer Science*, 75, 205-212. <https://doi.org/10.1016/procs.2015.12.239>

Educación digital. (8 de Mayo de 2015). *Curso básico de Blender 01. Introducción a la interfaz*. Recuperado el 22 de Marzo de 2019, de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=g0OiLhBIZMg>

Flipped Normals. (2 de Agosto de 2018). *Introduction to UV Mapping*. Recuperado el 12 de Octubre de 2019, de YouTube: [https://www.youtube.com/watch?v=dj0uXid9oGo&list=PLBX-X8mPyxIqdD00QnDXRDzENfS0\\_11vW](https://www.youtube.com/watch?v=dj0uXid9oGo&list=PLBX-X8mPyxIqdD00QnDXRDzENfS0_11vW)

Huang, W. H.-Y., y Soman, D. (2013). *A Practitioner's Guide to Gamification of Education*. Toronto: University of Toronto.

Kesim, M., y Osarsian, Y. (2012). Augmented Reality in education: current technologies and the potential for education. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 47, 297-302. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.654>

Kim, S., Song, K., Lockee, B., y Burton, J. (2018). *Gamification in Learning and Education, Advances in Game-Based Learning*. USA: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-47283-6>

Nincarean, D., Ali, M. B., Halim, N. D., y Rahman, M. H. (2013). Mobile Augmented Reality: the potential for education. *Procedia. Social and Behavioral Sciences* (103), 657-664. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10385>

OECD. (2015). How Computers are Related to Students' Performance. En OECD, *Students, Computers and Learning: Making the Connection* (págs. 145-164). París: OECD Publishing.

Pedro, F. (2016). Educación, tecnología y evaluación: hacia un uso pedagógico efectivo de la tecnología en el aula. En F. T. Vivo, *Experiencias Evaluativas de Tecnologías Digitales en la Educación* (págs. 21-36). Sao Paulo: Fundación Telefónica Vivo.

Riley, B. (Abril de 2016). The value of knowing how students learn. *Kappan*, 35-38. <https://doi.org/10.1177/0031721716641646>

Roozeboom, M. B., Visschedijk, G., y Oprins, E. (2017). The effectiveness of three serious games measuring generic learning features. *British Journal of Educational Technology*, 48(1), 83-100. <https://doi.org/10.1111/bjet.12342>

Samaniego Ocampo, R., y Sarango Salazar, E. (2016). Aplicación de juegos digitales en educación superior. *Revista San Gregorio*, 1(11), 82-91.

Sannikov, S., Zhdanov, F., Chebotarev, P., y Rabinovich, P. (2015). Interactive Educational Content Based on Augmented Reality and 3D Visualization. *Procedia Computer Science*, 66, 720-729. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.11.082>

Saorín Pérez, J. L., Meier, C., De la Torre Cantero, J., Dámari Diaz, M., y Rivero Trujillo, M. (2015). Juegos en tabletas digitales como introducción al modelado y la impresión 3D. *EKS*, 16(2), 129-140. <https://doi.org/10.14201/eks2015162129140>

Udemy. (Julio de 2018). *Blender*. Recuperado el 10 de Octubre de 2019, de Udemy: <https://www.udemy.com/course/blender-3d-desde-cero-modelado-y-texturizado/>

## **Implementación de un modelo de controlador para compensador de VAR como método de asimilación de conocimientos**

### **Implementation of a controller model for VAR compensator as a method of knowledge assimilation**

RAMIREZ-VÁZQUEZ, Juan Carlos†\*, HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, Patricia y MORENO-PÉREZ, Héctor

*Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Pánuco*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Juan Carlos, Ramírez-Vázquez* / **ORC ID:** 0000-0003-0125-6502, **Researcher ID Thomson:** G-5980-2018, **CVU CONACYT ID:** 428839

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Patricia, Hernández-Rodríguez* / **ORC ID:** 0000-0002-1451-151X, **CVU CONACYT ID:** 898409

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Héctor, Moreno-Pérez* / **ORC ID:** 0000-0001-7488-461XX, **CVU CONACYT ID:** 913114

Enviado: Octubre, 18, 2019; Aceptado (Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

J. Ramírez, P. Hernández y H. Moreno

carlos.ramirez@itspanuco.edu.mx

V. Luna, (Dir.). Ingeniería, Proceedings-©ECORFAN-México, CDMX, 2019.

## Abstract

Currently, studies on energy quality have increased significantly to propose solutions and avoid wasting energy or equipment malfunction. The development of a prototype is proposed that automatically compensates the power factor without requiring additional elements or complexity of installation, for purposes of appropriation of knowledge by the students of the Higher Technological Institute of Panuco. During the development of the project, the concepts of parameter control could be applied in an electrical system in order to comply with application standards. The prototype was made using combinatorial logic and digital circuits as they are more robust to noise and simplify the design, with the intention of forming an integrated circuit. The simulations and experimental tests carried out show that the circuit has a good response to compensate the power factor to a wide variety of reactive power modifications.

## Power factor, Reactive power, Apparent power

### Introducción

En la actualidad los estudios sobre calidad de la energía han aumentado significativamente para plantear soluciones y evitar el desperdicio de energía o el mal funcionamiento de equipos. Existen diversas normativas o estándares internacionales que definen los mínimos necesarios de distorsión o afectaciones al suministro de energía, para que los equipos o maquinarias conectados a la línea de suministro operen con un desempeño óptimo y además eviten afectaciones adicionales debidas a su funcionamiento.

El control del Factor de Potencia (FP) es importante mantenerlo a un nivel óptimo -alrededor de 1- para evitar recargos o multas por parte del proveedor del servicio de energía eléctrica. El control se realiza de manera simple conectando capacitores y así evitar el desperdicio de energía o funcionamiento irregular de cargas conectadas como en el caso de los motores.

En la presente propuesta se plantea el diseño de un prototipo que realice la compensación de manera automática del factor de potencia sin requerir elementos adicionales o complejidad de instalación. Lo anterior con fines de apropiación del conocimiento por los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Pánuco.

El prototipo en una primera etapa se planeaba realizar mediante un sistema de procesamiento de datos, pero son muy sensibles al ruido presente, y su uso requeriría aislar perfectamente la conexión a la red del circuito de control, lo cual es complicado en redes de alta potencia. Se prefirió entonces utilizar lógica combinatoria y circuitos digitales (ADC, compuertas lógicas, flip-flops, entre otros) ya que son más robustos ante el ruido. Así también, simplifican el diseño mediante tablas de verdad y no programación. El objetivo de realizarlo de esta manera lleva a plantear un posible diseño de circuito completo en un solo circuito integrado.

### Fundamentos técnicos

Existen diversas afectaciones en la calidad de la energía, pero en general son dadas en dos formas: las producidas por el suministrador del servicio de energía (depresiones, dilataciones, sobre voltaje, impulsos, etc.) y las producidas por el funcionamiento del equipo (armónicos, bajo factor de potencia, ruido, etc.). Especial atención requiere el caso de un bajo FP, el desfase existente entre la corriente y el voltaje suministrado a algún sistema eléctrico, dispositivo o maquinaria. Este desfase ocurre por la conexión de cargas de tipo inductivo o capacitivo y tiene como principal afectación el desperdicio de energía ya que no toda la potencia es consumida por la carga.

En la mayoría de los casos se conectan capacitores en paralelo con la línea de alimentación del equipo y así se corrige el desfase existente y por consiguiente el FP se aproxima a 1. El hecho de que se presente un bajo FP provoca además una multa por parte del proveedor del servicio de energía (en el caso de México es la Comisión Federal de Electricidad) ya que desestabiliza sus líneas de transmisión. La corrección del FP por medio de capacitores es de manera fija y, por consiguiente, si aumenta el número de equipos conectados a la línea de transmisión hace insuficiente que los capacitores puedan mantener el FP en un valor idóneo y evitar multas.

Un bajo factor de potencia provoca que la demanda de corriente de la red se incremente lo cual puede originar una sobrecarga en los cables e incrementar las pérdidas. Debido a esto el rectificador además de compensar los cambios de la entrada debe mantener alto el valor del FP (Ruhul y Rajib, 2014). Otra de las desventajas o problemas que acarrea un bajo FP es que debido a las regulaciones y normas comerciales, un FP por debajo de un valor mínimo genera un cargo extra por parte del proveedor del servicio. En México, la CFE penaliza cuando el FP es menor al 90% y bonifica cuando es mayor al 90%.

Los sistemas modernos de procesos, producción y consumo de energía utilizan sistemas electrónicos que demandan en forma discontinua la energía y provocan afectaciones a la calidad de la energía. Debido a la complejidad de la operación de las cargas; éstas requieren un suministro de energía a un nivel específico con el mínimo de variaciones. Esto se logra adicionando elementos de almacenamiento de energía como inductores para inducir un funcionamiento elevador y filtros capacitivos para filtrar la salida y reducir la amplitud de oscilación.

La adición de estos elementos produce una desviación en la fase de la corriente de entrada del rectificador con respecto al voltaje de alimentación. Esta desviación de fase se denomina FP y es expresada mediante un índice numérico de entre 0 y 1. El valor de 0 indica un desfase de  $90^\circ$ , el cual representa una reversión de energía hacia la fuente de alimentación. El valor de 1 indica un desfase de  $0^\circ$  y por lo tanto, toda la potencia es consumida por la carga y no existe regresión de energía a la fuente de alimentación. Las aplicaciones que consumen energía de la red eléctrica requieren mantener un factor de potencia unitario para evitar el desperdicio de energía dado por la aparición de la potencia reactiva.

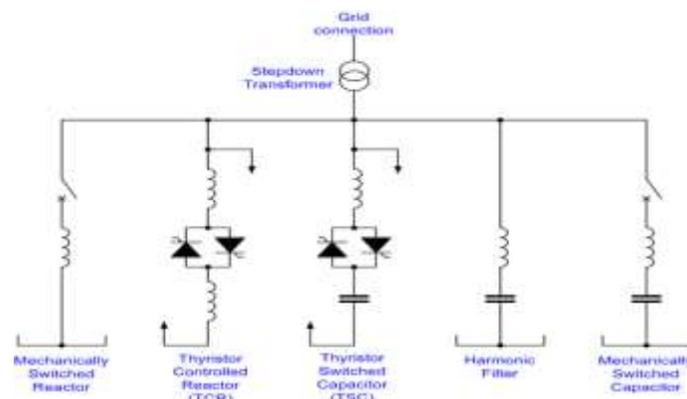
Una solución ideal para evitar esto es diseñar e implementar un sistema que pueda aumentar el valor capacitivo de acuerdo a la manera en como se ve modificada la carga o la demanda de energía. Este dispositivo debe conectar y desconectar de forma automática capacitores, medir el FP en todo momento y mantenerlo en el valor ideal.

## Desarrollo

Desde hace algunos años que la compensación del FP (Dixon, Moran, Rodríguez, & Domke, 2005) adquirió relevancia, se diseñaron prototipos que permiten actuar, en el momento adecuado, para llevar a cabo la compensación ante la aparición de cargas reactivas. Estos son denominados compensadores estáticos de potencia reactiva SVC (*Static VAR Compensator*) (ver figura 11.1) y que funcionan a base de la conexión de cargas capacitivas pero son mediante interruptores magnéticos (Pundir & Yadab, 2016).

La propuesta que se presenta está basada en el uso de diversos dispositivos electrónicos como interruptores para mejorar la respuesta ante la conexión de cargas de tipos muy diversos. El funcionamiento del compensador es muy básico: el sistema tiene que detectar la fase entre el voltaje y corriente y a partir de ahí estimar cuál es la carga reactiva predominante en el sistema. Mediante la ejecución de un algoritmo calcula el valor requerido de la carga capacitiva para realizar la compensación y seleccionar de un rango de valores predefinidos la carga a conectar.

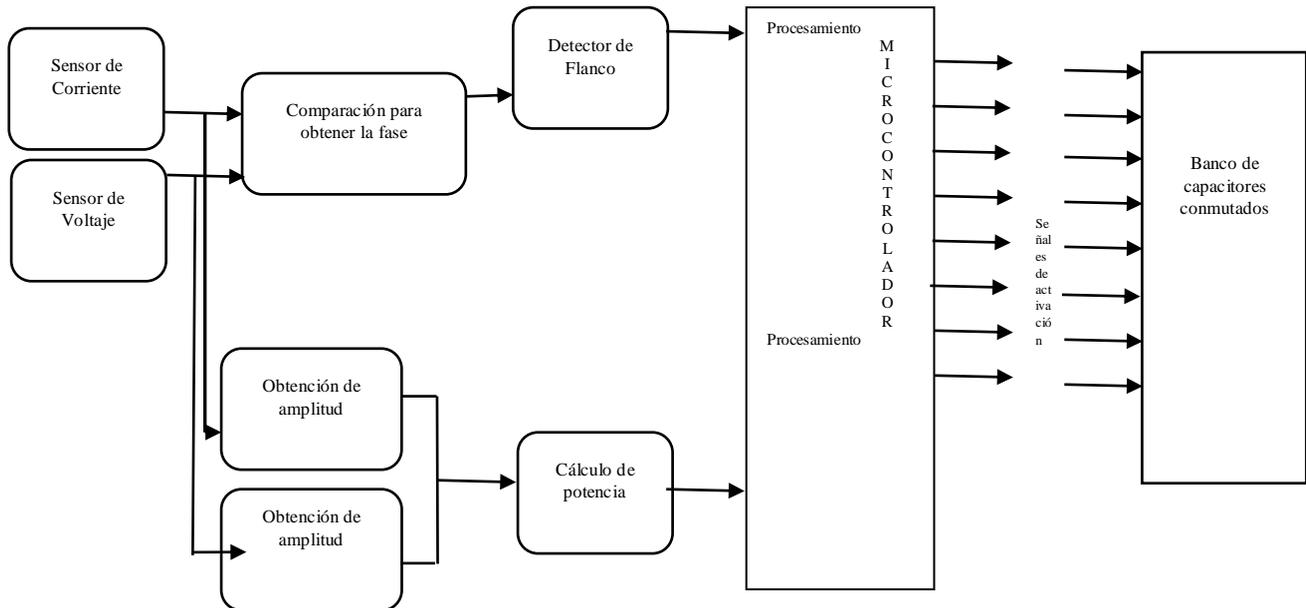
**Figura 11.1** SVC típico



Fuente: Elaboración propia

Los anteriores dispositivos son utilizados en aplicaciones de alta potencia pero en el caso particular de esta propuesta se requiere un prototipo de pequeña potencia y se considera que solo compensará potencia reactiva de tipo inductiva. El diagrama general de la estructura del proyecto es mostrado en la figura 11.2. Se consideran diversas etapas que van desde la detección de variables hasta la activación del banco de capacitores para corregir el FP.

**Figura 11.2** Estructura general del prototipo



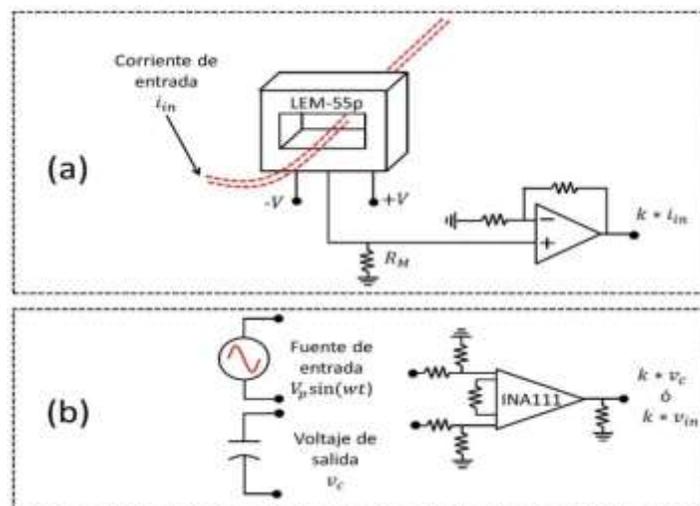
*Fuente: Elaboración propia*

El diagrama mostrado en la Figura 11.2 está compuesto por diversos bloques que a continuación se explican.

**Sensor de corriente y sensor de voltaje:** Este bloque estará compuesto por un circuito que obtendrá una señal que será proporcional a la magnitud de voltaje y corriente y con la misma forma (sinusoidal). La magnitud de las señales de salida de estos circuitos deberá estar en un rango adecuado para que pueda ser procesada en los bloques siguientes (Bilal & Owais, 2016). La magnitud máxima será determinada considerando escenarios reales de aplicación.

Para el sensor de voltaje se propone utilizar un amplificador de instrumentación, por su capacidad de amplificar señales en forma diferencial, y para el sensor de corriente se propone un arreglo de sensor de efecto Hall y amplificador, los que se muestran en la figura 11.3.

**Figura 11.3** Sensores de a) corriente y b) voltaje

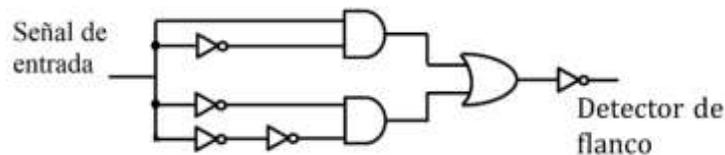


*Fuente: Elaboración propia*

Comparación para obtener la fase: Dado que existirá un desplazamiento de fase entre el voltaje y la corriente, debe de obtenerse una señal que pueda expresar de forma precisa el desplazamiento. Se propone usar la conversión a señales cuadradas de magnitud TTL y hacer comparaciones entre ellas mediante compuertas lógicas y al final obtener una señal que esté presente con una duración igual al desplazamiento de fase.

Detector de flanco: Una vez que se obtenga la señal anterior, se requiere determinar cuándo empieza la señal y cuándo acaba para poder determinar su duración. Se plantea usar un arreglo de compuertas en configuración de detector de flanco positivo y detector de flanco negativo (figura 11.4).

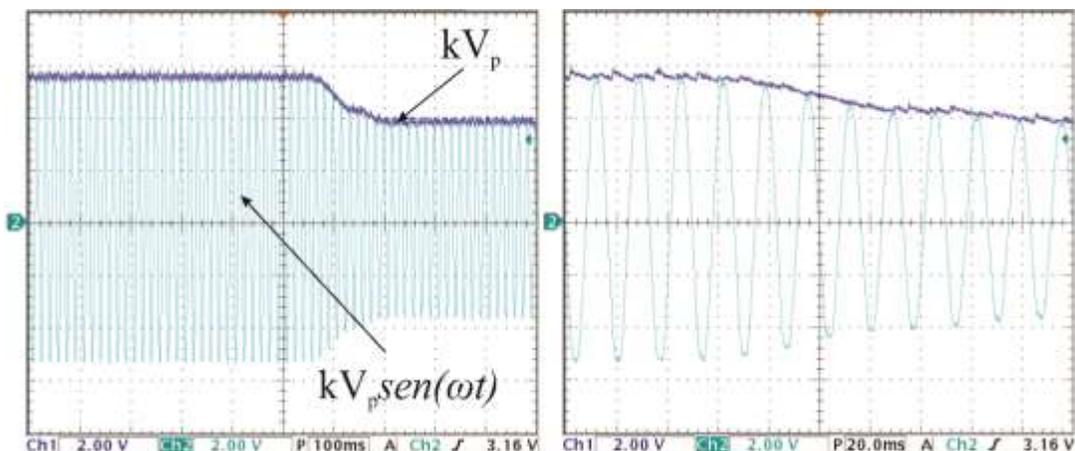
**Figura 11.4** Detector de flanco con compuertas



Fuente: Elaboración propia

Obtención de amplitud: Estos bloques determinarán la amplitud de la señal sinusoidal de corriente y de voltaje. Este bloque constará de circuitos que harán operaciones aritméticas para quitar la componente sinusoidal y dejar solamente una señal de la magnitud puramente en corriente directa. La figura 11.5 muestra cómo una señal se mantiene siguiendo la amplitud de la señal sinusoidal con pocas variaciones y a un valor proporcional al valor pico de la señal de la red eléctrica (kVp). El hecho de quitar la componente sinusoidal es para facilitar la obtención de la potencia activa más adelante.

**Figura 11.5** Aspecto de obtención de magnitud de una señal sinusoidal



Fuente: Elaboración propia

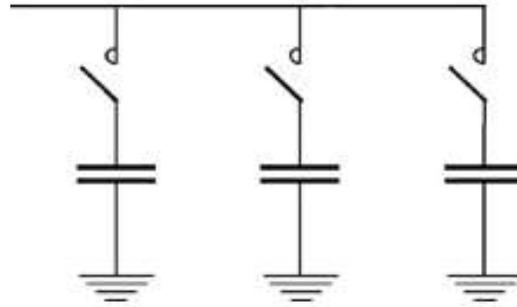
Cálculo de potencia: Nuevamente se utilizarán circuitos que hagan operaciones aritméticas (multiplicación) para obtener un valor de potencia. El valor obtenido deberá estar por debajo del nivel máximo que soporta el microcontrolador.

Microcontrolador: Este dispositivo realizará el procesamiento de las señales que representan la fase y la de potencia para convertirlas a valores binarios y después presentar a su salida la decodificación de estas señales para que cada salida active o desactive algún arreglo en el banco de capacitores. Internamente el algoritmo del microcontrolador discriminará la secuencia de valores binarios que se presentaran a la salida mediante la comparación entre la fase y la potencia obtenida.

Banco de capacitores conmutados: Este banco recibirá las señales del microcontrolador para conectar a la red eléctrica alguna combinación o arreglo de capacitores. Los capacitores dentro del banco estarán conformados por diversas ramas donde cada rama contará con un interruptor que conectará a la red eléctrica o desconectará los capacitores dependiendo de la potencia reactiva necesaria para corregir el FP (véase la figura 11.6).

Esto aún se encuentra en proceso de diseño ya que se requiere definir la potencia reactiva máxima de la red eléctrica así como dimensionar los dispositivos de potencia.

**Figura 11.6** Banco de capacitores conmutados mecánicamente.



*Fuente: Elaboración propia*

## Resultados

Se diseñó e implementó un prototipo de compensador de FP que evita la utilización de componentes complejos.

Se estableció una lógica de operación sencilla que tiene un amplio rango de acción sobre diversas modificaciones al FP.

El prototipo diseñado es susceptible de ajustes para lograr su aplicación en diversos escenarios, y como estrategia didáctica de enseñanza en ingeniería para los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Pánuco.

Se obtuvieron resultados de formación de recursos humanos a través de estudiantes que prestaron su servicio social y realizaron sus residencias profesionales.

## Agradecimiento

Se agradece al Instituto Tecnológico Superior de Panuco, porque a través de él y de la convocatoria para proyectos con financiamiento, provista por el Tecnológico Nacional de México, fue posible contar con recursos económicos para el desarrollo del prototipo.

## Conclusiones

Durante el desarrollo del proyecto se pudieron aplicar los conceptos de control de parámetros en un sistema eléctrico con el fin de cumplir con estándares de aplicación. El prototipo en una primera etapa fue considerado realizarse mediante un sistema de procesamiento de datos, sin embargo por diversas razones se prefirió utilizar lógica combinatoria y circuitos digitales ya que son más robustos ante el ruido y simplifican el diseño. La decisión de realizarlo de esta manera lleva a plantear un posible diseño de circuito completo en un solo circuito integrado. Las simulaciones y pruebas experimentales llevadas a cabo muestran que el circuito tiene una buena respuesta para compensar el factor de potencia a gran variedad de modificaciones de la potencia reactiva. Se continuará trabajando sobre ello con los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Pánuco.

## Referencias

Bilal, M., y Owais, M. (2016). Automatic Power Correction Unit. *Electronic and Electrical Engineering*, 283-288.

Dixon, J., Moran, L., Rodríguez, J., y Domke, R. (2005). Reactive power compensating technologies: State of Art. *Proceedings of the IEEE*, 93(12: 2144-2164.).

Pundir, A., y Yadab, G. D. (2016). Comparison of Different Types of Compensating Devices in Power System. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 420-426.

Ruhul, A., y Rajib, B. (2014). Determination of Volume of Capacitor Bank for Static VAR Compensator. *International Journal of Electrical and Computer Engineering.*, 512-519.

## Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

---

### [Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2<sup>do</sup> Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3<sup>er</sup> Coautor

*Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)*

*International Identification of Science - Technology and Innovation*

ID 1<sup>er</sup> Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2<sup>do</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2<sup>do</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

**Citación:** Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 1<sup>er</sup> Autor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 1<sup>er</sup> Coautor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 2<sup>do</sup> Coautor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 3<sup>er</sup> Coautor. Apellido

Correo institucional [Times New Roman No.10]

Primera letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre Editores. Apellidos (eds.) *Título del Proceeding [Times New Roman No.10]*, Temas Selectos del área que corresponde ©ECORFAN- Filial, Año.

# Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

---

## Abstract

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo, en inglés.

**Indicar (3-5) palabras clave en Times New Roman y Negritas No.12**

## 1 Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?.

Enfocar claramente cada una de sus características.

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Capítulo.

## Desarrollo de Secciones y Apartados del Capítulo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Capítulos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

## Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Capítulo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte Superior con Times New Roman No.12 y Negrita, señalando la fuente en la parte Inferior centrada con Times New Roman No. 10]

**Tabla 1.1** Título

Variable	Descripción	Valor
P <sub>1</sub>	Partición 1	481.00
P <sub>2</sub>	Partición 2	487.00
P <sub>3</sub>	Partición 3	484.00
P <sub>4</sub>	Partición 4	483.50
P <sub>5</sub>	Partición 5	484.00
P <sub>6</sub>	Partición 6	490.79
P <sub>7</sub>	Partición 7	491.61

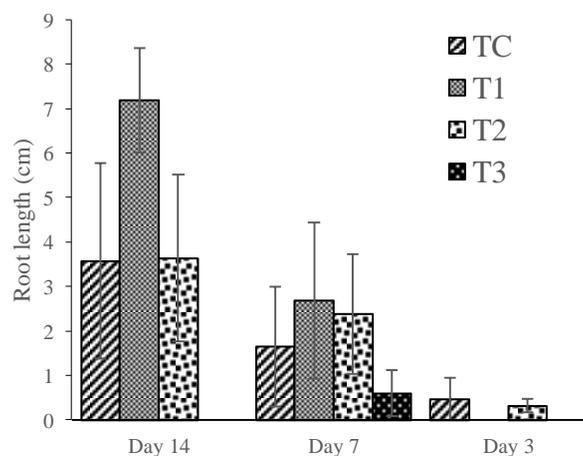
Fuente de Consulta:  
(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

Figura 1.1 Título



Fuente de Consulta:  
(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

Gráfico 1.1 Título



Fuente de Consulta:  
(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

Cada Capítulo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

**Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:**

$$\int_{lim^{-1}}^{lim^1} = \int \frac{lim^1}{lim^{-1}} = \left[ \frac{1(-1)}{lim} \right]^2 = \frac{(0)^2}{lim} = \sqrt{lim} = 0 = 0 \rightarrow \infty \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

### Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados.

### Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Capítulo.

### Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

# Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

---

## Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

## Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

## Referencias

Utilizar sistema APA. **No** deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Capítulo.

## Ficha Técnica

Cada Capítulo deberá presentar en un documento Word (.docx):

Nombre del Proceeding

Título del Capítulo

Abstract

Keywords

Secciones del Capítulo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

## Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

## **Reserva a la Política Editorial**

ECORFAN Proceedings se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar la Obra Científica a la Política Editorial del ECORFAN Proceedings. Una vez aceptada la Obra Científica en su versión final, el ECORFAN Proceedings enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® 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 de la Obra Científica.

## **Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales**

### **Declaración de Originalidad y carácter inédito de la Obra Científica, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución.**

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de la Obra Científica que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes de la Obra Científica deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia de la Obra Científica propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título de la Obra Científica:

- El envío de una Obra Científica a ECORFAN Proceedings emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Obra Científica, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en esta Obra Científica ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en la Obra Científica, así como las teorías y los datos procedentes de otras Obras Científicas previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Obra Científica se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding México considere pertinentes para divulgación y difusión de su Obra Científica cediendo sus Derechos de Obra Científica.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de esta Obra Científica se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en la Obra Científica.

## Copyright y Acceso

La publicación de esta Obra Científica supone la cesión del copyright a ECORFAN-Mexico, S.C en su Holding México para su ECORFAN Proceedings, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada de la Obra Científica y la puesta a disposición de la Obra Científica en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título de la Obra Científica:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

## Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

### Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre la Obra Científica enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

### Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio a la Obra Científica el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

### Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de la Obra Científica. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con la Obra Científica que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter la Obra Científica a evaluación.

### **Responsabilidades de los Autores**

Los Autores deben garantizar que sus Obras Científicas son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Obra Científica definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza de la Obra Científica presentado a arbitraje.

### **Servicios de Información**

#### **Indización - Bases y Repositorios**

RESEARCH GATE (Alemania)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

#### **Servicios Editoriales**

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Proceedings con PLAGSCAN

Evaluación de Obra Científica

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Obra Científica

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Publicación de Obra Científica

Certificado de Obra Científica

Facturación por Servicio de Edición

#### **Política Editorial y Administración**

143 - 50 Itzopan, Ecatepec de Morelos – México. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: [contact@ecorfan.org](mailto:contact@ecorfan.org) [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

**ECORFAN®**

**Editor en Jefe**

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

**Directora Ejecutiva**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

**Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MSc

**Diseñador Web**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

**Diagramador Web**

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

**Asistente Editorial**

REYES-VILLAGO, Angélica. BsC

**Traductor**

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

**Filóloga**

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

**Publicidad y Patrocinio**

(ECORFAN®- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala- Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- Taiwan ),sponsorships@ecorfan.org

**Licencias del Sitio**

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

**Oficinas de Gestión**

143 - 50 Itzopan, Ecatepec de Morelos – México.

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre – Bolivia.

38 Matacerquillas, CP-28411. Morazarzal –Madrid-España.

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenida, Salinas 1 - Santa Elena-Ecuador.

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Camerún.

Avenida Suroeste, San Sebastian - León-Nicaragua.

31 Kinshasa 6593- Republique Démocratique du Congo.

Avenida San Quentin, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 kilómetros, carretera estadounidense, casa Terra Alta, D7 Mixco Zona 1 -Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Capitán, CP-2060. Luque City- Paraguay.

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán.

43 Calle # 30 -90 B. El Triunfo CP.50001. Bogotá-Colombia.

