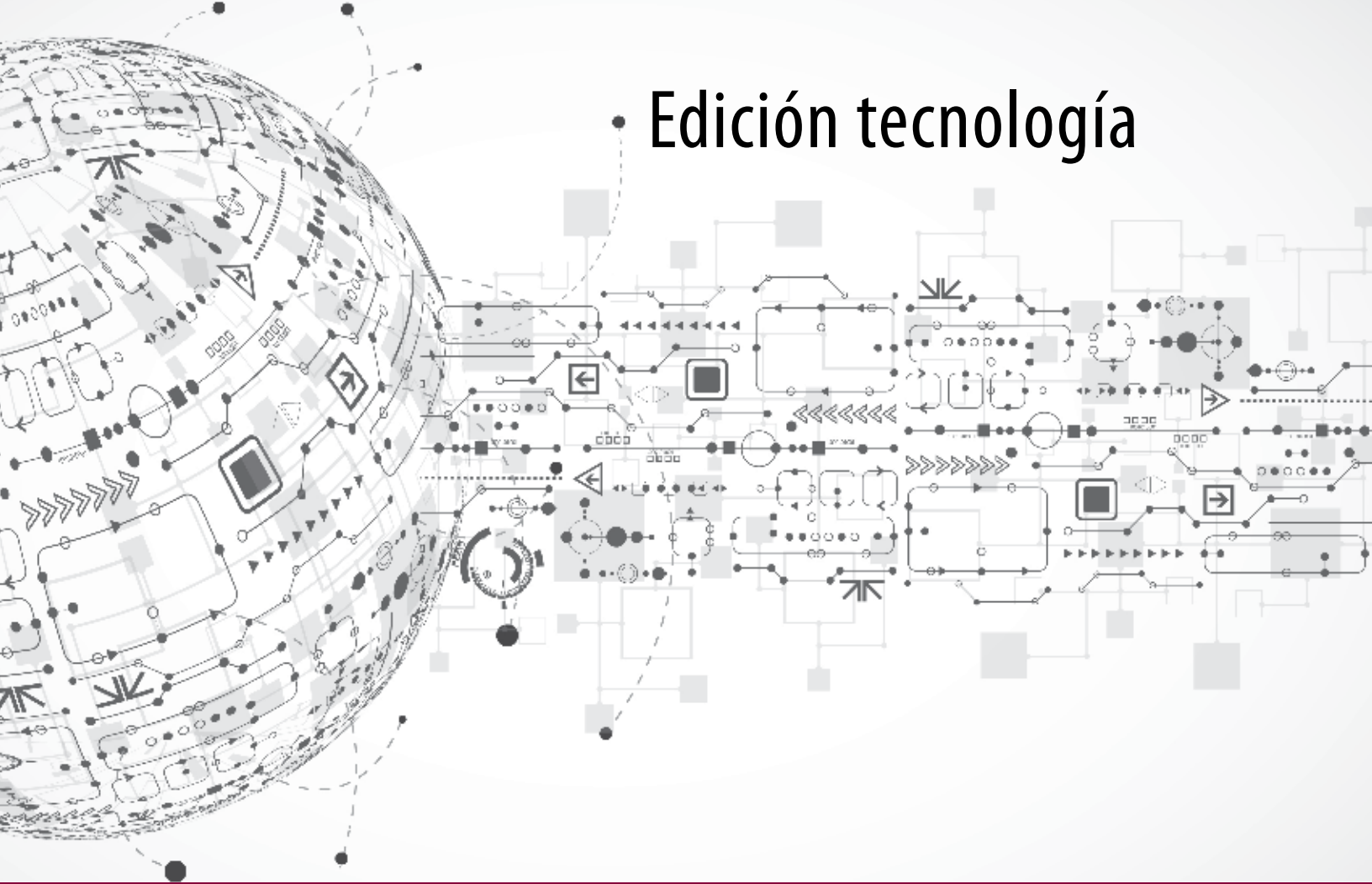


• Edición tecnología



WWW.UTEC.EDU.SV

Diagnóstico de contaminación atmosférica por emisiones diésel en la zona metropolitana de San Salvador y Santa Tecla

Big Data, análisis de datos en la nube

Modelo de vivienda urbana sostenible: buscando alternativas para cambiar de rumbo

Internet de las cosas: aplicación en monitoreo de un sistema de generación fotovoltaico

Realidad Aumentada en la educación

Aproximación preliminar al impacto socioeconómico de los sistemas de captación de agua de lluvias en El Salvador

La tecnología como factor de competitividad - recientes indicadores internacionales de desempeño

Implementación de un entorno de aprendizaje virtual integrando herramientas de *e-learning* y CMS

entorno

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE EL SALVADOR - NÚMERO 61 - JUNIO 2016 - ISSN: 2218-3345

Comité Académico Institucional

Ing. Nelson Zárate

Lic. José Modesto Ventura

Licda. Noris Isabel López Guevara

Ing. Lorena Duque de Rodríguez

Lic. Rafael Rodríguez Loucel

Ing. Francisco Armando Zepeda

Licda. Ana Arely Villalta de Parada

Licda. Lissette Canales de Ramírez

Lic. Edgar Velásquez

Licda. Edith Ruth Vaquerano de Portillo

Comité Editorial

Licda. Camila Calles Minero

Dr. José Ricardo Gutiérrez

Licda. Paola María Navarrete

Lic. Saúl Campos

Licda. Ana Sandra Aguilar de Mendoza

Lic. Julio Martínez

Licda. Carolina Lucero

Lic. Carlos Barrios

Lic. Marvin Elenilson Hernández Montoya

Licda. Aracely de Hernández

Consejo Editorial Internacional para esta edición

Ing. Rosa Basagoiti Astigarraga

Investigadora, Universidad de Mondragón

Ing. Iñaki Arenaza

Investigador, Universidad de Mondragón

Ing. Martín Parselis

Investigador, Universidad Católica Argentina

5

Editorial

7

Diagnóstico de contaminación atmosférica por emisiones diésel en la zona metropolitana de San Salvador y Santa Tecla

José Remberto Miranda-Mejía

Samuel Martínez-Gómez

John Figerald Kenedy Hernández-Miranda

René Leonel Figueroa

Noé Aguirre

17

Big Data, análisis de datos en la nube

Verónica Idalia Rosa-Urrutia

José Guillermo Rivera-Pleitez

25

Modelo de vivienda urbana sostenible: buscando alternativas para cambiar de rumbo

Coralía Rosalía Muñoz-Márquez

40

Internet de las cosas: aplicación en monitoreo de un sistema de generación fotovoltaico

Omar Otoniel Flores-Cortez

Germán Antonio Rosa

47

Realidad Aumentada en la educación

Bladimir Díaz-Campos

54

Aproximación preliminar al impacto socioeconómico de los sistemas de captación de agua de lluvias en El Salvador

Pablo Aramendi-Goitia

Lissette Cristalina Canales-Marroquín de Ramírez

Marco Antonio Aguilar-Flores

JEFA DE PUBLICACIONES

Inés Ramírez de Clará
ines.ramirez@utec.edu.sv

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Evelyn Reyes de Osorio

DISEÑO DE PORTADA

Saúl Campos

REVISIÓN

Noel Castro

IMPRESIÓN

Tecnoimpresos, S.A. de C.V.
19.ª Av. Norte, 125,
San Salvador, El Salvador.
Tel.: 2275-8861

Los artículos y documentos que aparecen en esta edición son responsabilidad de sus autores, no representan la opinión oficial de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos, siempre que se cite la fuente.

La revista *entorno* es una publicación de la Universidad Tecnológica de El Salvador.
Calle Arce, 1020, San Salvador, El Salvador, C.A.
Tel.: 2275-8888 • Fax: 2271-4764
www.utec.edu.sv

68

La tecnología como factor de competitividad - recientes indicadores internacionales de desempeño

Claudia María Rodríguez-Argueta

76

Implementación de un entorno de aprendizaje virtual integrando herramientas de *e-learning* y CMS

Carlos Antonio Aguirre-Ayala

Marvin Elenilson Hernández-Montoya

91

Políticas y líneas de investigación

93

Política editorial

Universidad Tecnológica de El Salvador



Visión

Ser reconocida como una de las mejores universidades privadas de la región, a través de sus egresados y de sus esmerados procesos institucionales de construcción y aplicación del conocimiento, proponiendo soluciones pertinentes a las necesidades de amplios sectores de la sociedad.

Misión

La Universidad Tecnológica de El Salvador existe para brindar a amplios sectores poblacionales, innovadores servicios educativos, promoviendo su capacidad crítica y su responsabilidad social, utilizando metodologías y recursos académicos apropiados, desarrollando institucionalmente: investigación pertinente y proyección social, todos consecuente con su filosofía y legado cultural.

EDITORIAL

EDITORIAL

En la presente edición de la revista *entorno* —que es la número 61— de la Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social, de la Universidad Tecnológica de El Salvador (Utec), se publican artículos que son el resultado de procesos de investigación y que muestran el rigor en la aplicación del método científico para analizar diversas temáticas. En esta oportunidad presentamos una edición monográfica sobre tecnología.

La población salvadoreña conoce poco de los desarrollos tecnológicos del país. Según la Primera encuesta de percepción social de la ciencia y la tecnología, elaborada en 2015, de un total de 1.325 personas encuestadas, solamente el 10 % sabe que en El Salvador se hace ciencia y tecnología; y solo el 8 % dijo conocer de un desarrollo tecnológico en el país; pero al preguntarles sobre nombres concretos de estos desarrollos y quién los ha elaborado, los consultados no saben identificarlos correctamente.

Estos datos reflejan que muy poca información sobre el mundo científico y tecnológico fluye entre la sociedad salvadoreña. Es por ello que *entorno* pretende mostrar que en El Salvador sí se produce tecnología; y, por supuesto, que el mundo científico nacional se impulsa cada vez con mayor fuerza.

El quehacer tecnológico no solamente es relevante para mostrar que como institución académica se responde a las exigencias mundiales, más bien es un tema inmerso en el quehacer diario de las poblaciones e instancias. Como muestra tenemos el hecho de que, desde el año 2015, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) lanzó el programa “Educación Superior Productiva”. Este tiene como objetivo —según USAID— construir alianzas entre el sector productivo y las instituciones de educación superior nacionales para lograr que los programas educativos estén acordes con las demandas de la industria, a fin de ayudar a promover el crecimiento económico y social.

En la Utec tenemos la convicción de que, con este tipo de programas, se potenciará la productividad nacional enfocada desde la academia, elemento relevante para el crecimiento de El Salvador. En ese sentido, en estas páginas presentamos temas como “*Big Data*, análisis de datos en la nube”, el cual es el resultado de una investigación que inició en 2015 y que en el presente año

se está aplicando a una instancia de gobierno; “Modelo de vivienda urbana”, el cual incluye una nueva propuesta de vivienda amigable con el medio ambiente y al alcance económico de la población; “Implementación de un entorno de aprendizaje virtual integrando herramientas de *e-learning* y CMS”, en el que se muestra el mejor aprovechamiento de dos recursos para la creación de entornos educativos; “Aproximación preliminar al impacto socioeconómico de los sistemas de captación de agua de lluvias en El Salvador”, en este se determina la necesidad de implementar mecanismos de aprovechamiento de aguas lluvias. Estos son, entre otros, temas que pueden ser analizados y utilizados por el sector productivo del país.

Adicionalmente se presenta un artículo de análisis con recomendaciones concretas sobre la investigación científica profesional y su efectiva difusión.

Esperamos que el contenido de esta *entorno* sea de su interés; que contribuya a esclarecer el conocimiento sobre la práctica de la investigación en ciencia, tecnología e innovación en el país, y con ello motivarnos a apoyar las acciones que en dicho ámbito podemos, todos juntos, emprender: empresa, sociedad y Estado, en la búsqueda de mejores oportunidades para los salvadoreños.

Diagnóstico de contaminación atmosférica por emisiones diésel en la zona metropolitana de San Salvador y Santa Tecla

José Remberto Miranda-Mejía¹

Investigador Utec

jose.miranda@utec.edu.sv

Samuel Martínez-Gómez²

John Figerald Kenedy Hernández-Miranda³

René Leonel Figueroa⁴

Noé Aguirre⁵

Recibido: 12/04/16 - Aceptado: 06/05/2016

Resumen

Desde hace muchos siglos la humanidad conoce algunas formas de usar el petróleo. Las emanaciones superficiales de este han sido utilizadas como fuente de luz y calor, pero su uso intensivo es relativamente moderno. El combustible diésel es un aceite ligero fraccionado del petróleo con fracciones que tienen un límite de 350 °C en su punto de ebullición. El motor diésel es más eficiente que el de gasolina, pero por sus características es mucho más contaminante para la atmósfera. Se considera como contaminante de la atmósfera a toda sustancia ajena a composición normal atmosférica que se incorpora y permanece en ella durante un tiempo considerable.

Palabras clave

Contaminante, petróleo, combustible diésel, atmósfera

Abstract

For centuries, humanity knows some ways to use oil. Emanations of this surface have been used as a source of light and heat, but its intensive use is relatively modern. Diesel fuel is the light fractionated oil with oil fractions having a limit of 350 °C in boiling point. The diesel engine is more efficient than gasoline, but its characteristics are much more polluting to the atmosphere. It is considered as a contaminant of the atmosphere any substance foreign to normal atmospheric composition that is incorporated and remains there for a considerable time.

Keywords

Pollution, oil, diesel fuel, atmosphere

1 Investigador Utec.

2 Docente investigador Utec.

3 Inspector de higiene y seguridad ocupacional del Ministerio de Trabajo y Previsión Social.

4 Jefe de higiene y seguridad ocupacional de Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados.

5 Jefe de higiene y seguridad ocupacional de Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma de El Salvador.

Introducción

Las emisiones diésel en El Salvador no están reguladas, en la ciudad de San Salvador los vehículos de transporte agregan a la atmósfera gran cantidad de contaminantes. Las emisiones diésel están catalogadas como contaminantes atmosféricos con efectos cancerígenos, mutágenos y tóxicos (McClellan, 1986). El aire en San Salvador, que se respira es una de las mayores causas de infecciones respiratorias agudas (IRA), estas son la primera causa de consulta en los establecimientos de salud públicos. Hasta la semana número 23 del 2014 se habían acumulado en El Salvador 1.058.000 consultas por esta causa.

Historia de los motores diésel

El motor diésel fue inventado por el Ing. Rudolf Diesel, quien nació en Francia. La familia de Rudolf era de origen alemán. Durante varios años, Diesel trabajó para poder utilizar otros combustibles en vez de gasolina, basados en principios de los motores de alto rendimiento térmico (ADS, 2013). La variante del motor de combustión interna, desarrollado entre los años 1893 y 1898, utilizaba el calor del aire altamente comprimido para encender el combustible inyectado en el cilindro, esto permitió duplicar la eficiencia de los demás motores de combustión interna de esa época. Cuando en 1897 Diesel presentó su motor práctico ya se estaba experimentando con motores eléctricos para locomotoras, pero la potencia de los motores diésel, como serían conocidos, fueron ganando

poco a poco terreno en las líneas de largo recorrido y escaso tráfico (Gaviria, Mora, & Agudelo, 2002). Fue empleado de la legendaria firma MAN, que por aquellos años ya producía motores y vehículos de carga (ADS, 2013).

Petróleo

Desde hace muchos siglos la humanidad conoce algunas formas de usar el petróleo. Las emanaciones superficiales de este han sido utilizadas como fuente de luz y calor, pero su uso intensivo es relativamente moderno. El petróleo se presenta en la naturaleza como un líquido color amarillo, y en algunos casos como un material semisólido de color negro. Las sustancias que componen el petróleo son fundamentalmente hidrocarburos gaseosos, líquidos y sólidos; los hidrocarburos sólidos están disueltos o suspendidos en los líquidos (Cerutti, 2001). Las propiedades físicas y químicas de cualquier tipo de hidrocarburo o molécula dependen no solo de la cantidad de átomos de carbono en la molécula, sino también de la naturaleza de los enlaces químicos entre ellos" (The International Council on Clean Transportation, 2011).

La composición del petróleo varía mucho según los yacimientos. En general, la mayoría de los hidrocarburos son alcanos y cicloalcanos (estos se llaman *naftenos* en el término petroquímicos); también hay una proporción menor de aromáticos, pero, en algunos yacimientos, es mayor que el 30 % (Yúfera, 1995).

Tabla 1. Impurezas oleofóbicas (Cerutti, 2001)

Impurezas	Rango de contenido
Sales	10 – 2000 gr/m ³
Agua	0,1 – 5 Vol. %
Sedimentos	1 – 1.000 gr/m ³

Tabla 2. Impurezas oleofílicas (Cerutti, 2001)

Impurezas	Rango contenido
Compuestos de azufre	0,1 – 5 % en peso como S
Compuestos órgano- metálicos	5 – 400 ppm como el metal
Ácidos nafténicos	0,03 – 0,5 % en Vol.
Compuestos de nitrógeno	0,05 – 1,5 % & en Vol.

Refinación del petróleo

• La destilación fraccionada del crudo

La destilación es un proceso de separación de mezclas de líquidos. La operación fundamental de las refinerías es la destilación fraccionada del petróleo bruto para separar las fracciones con intervalos crecientes de punto de ebullición. Esto se hace en grandes calderas, con torres de rectificación muy eficaces (Yúfera, 1996). La separación de la mezcla de líquidos tiene lugar de forma que los componentes pasan a la fase gaseosa y seguidamente se condensan sin reflujo. La rectificación, llamada *destilación en contracorriente*, se aplica también a mezclas líquidas de sustancias cuyos componentes presentan pequeñas diferencias en sus temperaturas de ebullición (Hopp, 2005).

Combustible Gasóleo

El combustible diésel es un aceite ligero fraccionado del petróleo con fracciones que tienen un límite de 350 °C en su punto de ebullición, y que contiene moléculas de entre 10 y 20 carbonos, mientras que los componentes de la gasolina se ubican en el orden de 12 carbonos o menos (Pemex, 1998). El combustible diésel también llamado *gasóleo* (gasoil), es el combustible para los motores diésel. En estos, el aire se comprime hasta 40 atm, alcanzando temperaturas de 400 a 500 °C, y en ese momento se inyecta el gasóleo líquido y pulverizado que se inflama espontáneamente. La inflamación sin retraso y sin humo es la virtud principal de un buen gasóleo. Las propiedades exigibles al diésel son contrarias a las de la gasolina; los índices de octanos (IO) son perjudiciales (Yúfera, 1996). La calidad del diésel se mide por el índice de cetano (IC). El cetano (n-hexadecano) se inflama muy bien en el motor diésel; y se le asigna un índice de cetano: IC = 100. El queroseno, el

gasóleo y las gasolinas, necesitan purificación para eliminar los componentes perjudiciales, sobre todo los compuestos de azufre (S) y de nitrógeno (N), que pueden envenenar los catalizadores en los procesos de craqueo y que, en la combustión, dan azufre (S) y de nitrógeno (N) que corroen los motores y contaminan gravemente el ambiente por los tubos de escape y las chimeneas de calefacción (Yúfera, 1996).

Sustancias emitidas al ambiente por combustión de motores diésel

• Formaldehído

Este se obtiene a escala industrial por oxidación catalítica del metanol. Como catalizador se emplea el óxido de molibdeno con vestigios de hierro. El formaldehído se condensa fácilmente con fenol para dar las resinas de fenol-formaldehído que, según su grado de condensación, se emplean como plásticos y resinas sintéticas de carácter termoplástico o termoestable (Hopp, 2005). Es probable que la fuerte toxicidad del formaldehído se deba a la desnaturalización de esta proteína (albuminoide), como consecuencia de reacciones de formación de enlaces transversales (Klages, 2005).

• Efectos perjudiciales

El *smog* es una de las principales fuentes de exposición del formaldehído. Niveles bajos de formaldehído pueden producir irritación en la piel, los ojos, la nariz y la garganta. Gente que sufre de asma es probablemente más susceptible a los efectos de inhalación de formaldehído. Grandes cantidades de formaldehído causan profundo dolor, vómitos, coma y posiblemente la muerte (ASTDR, 1999).

• Benceno

Es el más importante y sencillo de los hidrocarburos aromáticos, este fue descubierto en 1825 por el químico y físico británico Michael Faraday, cuando investigaba la pérdida de poder iluminante del gas de hulla en los inviernos muy fríos; descubrió que el poder iluminante era producido por los vapores de una sustancia que se separaba por fraccionamiento a baja temperatura; por destilación y tratamiento con lejía se podía aislar un producto relativamente puro con reacciones con las características del benceno. La obtención del benceno se realiza exclusivamente del alquitrán de hulla (Klages, 2005).

Es un líquido incoloro con un olor dulce, se evapora muy rápidamente y se disuelve levemente en el agua, es altamente inflamable y se forma tanto en procesos naturales como en procesos industriales. Se usa para fabricar plásticos, resinas, nailon y otras fibras sintéticas, también se usa para fabricar ciertos tipos de caucho, lubricantes, tinturas, detergentes, medicamentos y pesticidas (ASTDR, 2007-A).

• Efectos perjudiciales

El benceno es un contaminante ambiental; la población en general padece exposición crónica a bajas concentraciones, siendo la más afectada la residente en las zonas de más emisión: cerca de gasolineras y de tanques de almacenamiento de combustibles y en zonas con mucho tráfico. También están expuestos los trabajadores de petroquímicas, gasolineras, aparcamientos subterráneos, talleres mecánicos y los fumadores (ASTDR, 2007-A). El Instituto de Investigación Contra el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) lo ha clasificado como carcinógeno de primera categoría: "sustancia que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, se sabe, es carcinógena para el hombre".

Cianuro de hidrógeno

El cianuro de hidrógeno (HCN) destaca por su gran importancia comercial, este se fabrica por oxidación catalizada por platino y rodio de una mezcla de amoníaco y metano; se utiliza principalmente para sintetizar otros compuestos, como la cianhidra de la acetona; dichos

compuestos son a su vez intermedios en la producción de gomas, plásticos y fibras sintéticas (Gutsche & Pasto, 1979).



• Efectos perjudiciales

Es un gas incoloro y puro un líquido incoloro, es extremadamente inflamable. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos que son irritantes; en caso de inhalación causa confusión mental, somnolencia, dolor de cabeza náuseas, convulsiones, jadeo, pérdida del conocimiento y muerte. La sustancia se puede absorber por inhalación, a través de la piel y por ingestión (INSHT, 2003-A).

La vida media del cianuro de hidrógeno (tiempo necesario para remover la mitad del material) en la atmósfera es de aproximadamente de 1 a 3 años. El humo que se produce cuando se queman plásticos contiene cianuro, por ejemplo, poliacrilaminas, poliacrílicos, poliuretanos y otros (ASTDR, 2006).

Dióxido de azufre

La formación de dióxido de azufre (SO₂) por combustión de carburantes fósiles es una fuente de contaminación. Pequeñas concentraciones de SO₂ atmosférico dañan la vegetación y agravan las enfermedades respiratorias del hombre. Los materiales inertes se dañan, debido principalmente al producto ácido de la oxidación de los gases SO₂ y H₂S. Durante siglos en que el hombre ha conservado libros y edificaciones se ha desarrollado una importante formación de ácido sulfúrico sobre sus superficies (Spedding, 2002).

Como consecuencia, los materiales de construcción de las viejas ciudades poseen una intensa erosión, la principal fuente de contaminación por SO₂ es la combustión de los carburantes fósiles, porque todos contienen compuestos de azufre como contaminantes; así, el carbón y el fuel oil contienen 3 % de azufre (Spedding, 2002). Excesos de azufre son causa de destrucción porque altera el balance ecológico, esto causa la muerte de ciertas formas de vida, mientras que

cantidades deficientes son causa de insuficiencia funcional. A escala global, el incremento de partículas de azufre en la atmósfera puede afectar el albedo de la tierra, alterando el balance de radiación (Bifani, 1999).

Emisiones de motores diésel

Las emisiones diésel están catalogadas como contaminantes atmosféricos con efectos cancerígenos, mutágenos y tóxicos; cerca de 40 sustancias han sido identificadas entre estos, anilina en las emisiones diésel (McClellan, 1986). Respirar en San Salvador ha sido muy dañino para la salud. Según el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), en la tarde de viernes 13 de junio a las 6:35 se midió el aire en el ambiente urbano en el cual flotaban 241 partículas, por micrómetro, del tamaño de 2.5 u. Una hora después la cantidad de partículas de hollín de 2.5 flotando en el aire era de 233 por micrómetro.

Método

Tipo de estudio

Estudio empírico con metodología cuantitativa; y descriptivo, mediante un código arbitrario de observación tipo estructurada. La investigación se llevó a cabo en el contexto habitual en el que se produce el fenómeno, pero el investigador introduce modificaciones para maximizar la probabilidad de aparición de dicho fenómeno (Montero & León, 2007).

Instrumentos

• *Dräger X-act 5000*

Bomba automática para tubos *Dräger* que proporciona las características de flujo requeridas por los tubos de rango corto *Dräger*, ofrece la opción de ser utilizada con tubos y sistemas de muestreo que requieren un flujo constante. La bomba automática *Dräger X-act 5000* absorbe fácilmente el aire que se debe medir a través de los tubos *Dräger* apropiados. La calibración de bomba se hace a través de un código de barras impreso en la etiqueta de la parte trasera de la caja de los tubos de rango corto *Dräger*, que contiene todos los parámetros relevantes de medición.

Simplemente pasando el código de barras por el lector de la bomba, el nombre de la sustancia que se debe medir se transfiere automáticamente a la pantalla, así como el número de emboladas y el rango de medición (*Dräger*, 2014).

• *Máscara 3M 6800*

Los respiradores 3M de la Serie 6800 están diseñados para usarse con los filtros de la serie 2000 y los cartuchos de las series 6000 y 7000 de 3M, proporcionando un alto nivel de protección en usos industriales. Las principales aplicaciones para estos respiradores son: operaciones de soldadura, industria del aluminio, industria del acero, industria del vidrio, industria farmacéutica, agroquímicos, minería, industria alimenticia, petroquímica y química, entre otras.

• *Cartuchos 3M 6001*

Los cartuchos 3M 6001, usados en la pieza facial de las series 6000 o 7000 filtro de carbón activado, que retiene vapores orgánicos.

Tubos de rango corto *Dräger* # 67 28-07 benceno 5/b

Condiciones ambientales de operación del tubo *Dräger* # 67 28-07 para medir benceno en aire (*Dräger*, 2005)

Temperatura: de 0 a 40 °C

Humedad relativa: < 15 mg H₂O / L

Rango de aplicación del tubo # 67 28-07

Rango de medición estándar: 5 a 50 ppm

Número de carreras (emboladas de 100 ml): 1 a 20

Máximo tiempo de medición: 8 minutos aproximadamente

Desviación estándar de datos: + o - de 10 a 15 %

Cambio de color: blanco → verde marrónáceo

Principio de reacción en el tubo *Dräger* # 67 28-07 para medir benceno en aire (*Dräger*, 2005)

$C_6H_6 + I_2O_5 + H_2SO_4 \longrightarrow I_2 + \text{otras sustancias}$

Tubos de rango corto *Dräger* para cianuro de hidrógeno 2/a 67 28 791

Condiciones ambientales de operación del tubo *Dräger* cianuro de hidrógeno 2/a 67 28 791 (*Dräger*, 2015)

Temperatura: de 0 a 30 °C

Humedad relativa: < 15 mg H₂O / L

Rango de aplicación del tubo # 67 2 791

Rango de medición estándar: 5 a 50 ppm

Número de carreras (emboladas de 100 ml): 1 a 20

Máximo tiempo de medición: 8 minutos aproximadamente

Desviación estándar de datos: + o – de 10 a 15 %

Cambio de color: blanco —————> verde marronáceo

Principio de reacción en el tubo *Dräger* # 67 28 791 para medir cianuro de hidrógeno en aire (*Dräger*, 2015)



Tubo *Dräger* para medir formaldehído 2/a 81 01 751

Condiciones ambientales de operación del tubo *Dräger* formaldehído 2/a 81 01 751 (*Dräger*, 2011-A)

Temperatura: de 5 a 40 °C

Humedad relativa: < 15 mg H₂O / L

Rango de aplicación del tubo # 81 01 751

Rango de medición estándar: 5 a 50 ppm

Número de carreras (emboladas de 100 ml): 1 a 20

Máximo tiempo de medición: 8 minutos aproximadamente

Desviación estándar de datos: + o – de 10 a 15 %

Cambio de color: blanco —————> verde marronáceo

Principio de reacción en el tubo *Dräger* # 67 28 791 para medir formaldehído 2/a 81 01 751 en aire (*Dräger*, 2011-A)

$\text{HCHO} + \text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$ Productos de reacción quinoide

Tubo *Dräger* para medir dióxido de azufre 0.5/a # 67 28 491

Condiciones ambientales de operación del tubo *Dräger* (*Dräger*, 2014-A)

Temperatura: de 5 a 40 °C

Humedad relativa: < 15 mg H₂O / L

Rango de aplicación del tubo # 81 01 751

Rango de medición estándar: 5 a 50 ppm

Número de carreras (emboladas de 100 ml): 1 a 20

Máximo tiempo de medición: 8 minutos aproximadamente

Desviación estándar de datos: + o – de 10 a 15 %

Cambio de color: blanco —————> verde marronáceo

Principio de reacción en el tubo *Dräger* # 67 28 791 para medir dióxido de azufre 0.5/a # 67 28 491 en aire (*Dräger*, 2014-A)



Unidades de análisis

Se evaluaron ocho lugares de San Salvador y Santa Tecla. Los lugares escogidos presentan gran cantidad de tráfico de vehículos con motores diésel, esto con el apoyo de la división de medio ambiente de la Policía (DMA) y la Sección de Seguridad Ocupacional del Ministerio de Trabajo.

Resultados de medición de emisiones diésel

Los resultados del muestreo se comparan con cada uno de sus respectivos TLV (límite umbral de exposición). En otros casos cuando no existe TLV porque la sustancia es muy peligrosa; en estos casos se ocupa STEL [límite de exposición a corto plazo, 15 minutos] (ACGIH, 2012).

Tabla 1. Resultados de primera toma de muestra con un lugar analizado

Sustancia	Muestra N°	N° de emboladas	mg/m3	ppm	Desviación estándar		Condición
					+ o -	TLV, STEL	
Dióxido de azufre 0.5/a	3	1 (reacción)		3	10 a 15 %	0.25 ppm	Peligro
Cianuro 2/a	2	1 (reacción)		2	20 a 30 %	4.7 ppm	No peligro
Benceno 5/b	3	5 (reacción)		10	15 %	0.5 ppm	Peligro
Formaldehído 2/a	4	(menor que 1)		Superó la escala de 40 ppm	20 a 30 %	0.3 ppm	Peligro

Tabla 2. Resultados de segunda toma de muestra con un lugar analizado

Sustancia	Muestra N°	N° de emboladas	mg/m3	ppm	Desviación estándar		Condición
					+ o -	TLV, STEL	
Dióxido de azufre 0.5/a	3	6 (reacción)		1	10 a 15 %	0.25 ppm	Peligro
Cianuro 2/a	2	8 (reacción)		9	20 a 30 %	4.7 ppm	Peligro
Benceno 5/b	3	3 (reacción)		2	15 %	0.5 ppm	Peligro
Formaldehído 2/a	5	5 (reacción)		Superó la escala de 40 ppm	20 a 30 %	0.3 ppm	Peligro

Tabla 3. Resultados de tercera toma de muestra con un lugar analizado

Sustancia	Muestra N°	N° de emboladas	mg/m3	ppm	Desviación estándar + o -	TLV, STEL	Condición
Dióxido de azufre 0.5/a	3	11 (reacción)		2	10 a 15	0.25 ppm	Peligro
Cianuro 2/a	2	10 (reacción)		2	20 a 30 %	4.7 ppm	No peligro
Benceno 5/b	3	(menor a 1)		Superó la escala de 50 ppm	15 %	0.5 ppm	Peligro
Formaldehído 2/a	5	5 (reacción)		2	20 a 30 %	0.3 ppm	Peligro

Tabla 4. Resultados de cuarta toma de muestra con un lugar analizado

Sustancia	Muestra N°	N° de emboladas	mg/m3	ppm	Desviación estándar + o -	TLV, STEL	Condición
Dióxido de azufre 0.5/a	3	5 (reacción)		5	10 a 15 %	0.25 ppm	Peligro
Cianuro 2/a	2	5 (reacción)		6	20 a 30 %	4.7 ppm	Peligro
Benceno 5/b	3	(menor a 3)		Superó la escala de 50 ppm	15 %	0.5 ppm	Peligro
Formaldehído 2/a	5	(menor a 3)		Superó la escala de 40 ppm	20 a 30 %	0.3 ppm	Peligro

El resultado del trabajo de campo muestra que en cuatro lugares en los que se tomó muestra, las sustancias medidas en su mayoría superaron los TLV respectivos y en algunos casos STEL, que son los tiempos de exposición de 15 minutos como máximo para algunas sustancias debido a su naturaleza muy tóxica.

Conclusiones

- Las personas están expuestas a altos niveles de formaldehído en las emisiones de los motores diésel, ya que en la mayoría de lugares se encontraron concentraciones de hasta 133.33 veces el límite de exposición a corto plazo de 15 minutos a esta sustancia, la cual puede irritar la garganta, piel, nariz, los ojos y producir cáncer según estudios de ASTDR.
- Las personas en las paradas de buses en general están expuestas al benceno porque se encontraron altos niveles de este hidrocarburo que superan el límite umbral de exposición de 0.5 ppm de 8 horas en una jornada laboral. Estos niveles superaban en cien veces el máximo de exposición para el ser humano.
- Las concentraciones de benceno encontradas en las mediciones son perjudiciales, ya que este entra al cuerpo por los pulmones y la piel; porque las muestras recolectadas superaron el límite de exposición a corto plazo de 15 minutos de 2.5 ppm (STEL) en veinte veces la cantidad tolerada por el cuerpo humano. La exposición a altas concentraciones de benceno puede causar sangrados excesivos y puede afectar al sistema inmunitario, aumentando la probabilidad de contraer infecciones; también la exposición prolongada a altos niveles de benceno en el aire puede causar leucemia según ATSDR.
- Los límites de cianuro de hidrógeno encontrados en los lugares muestreados son perjudiciales porque superan los 4.7 ppm o 5 mg/m³, que es el límite de exposición a corto plazo de 15 minutos en los lugares de trabajo. Las personas pueden sufrir daños en su organismo, ya que esta sustancia puede entrar por los pulmones cuando respira el aire que está contaminado con las emisiones de motores diésel según ATSDR.
- Las personas que están cerca de lugares donde transitan grandes cantidades de vehículos están expuestas a concentraciones distintas de cianuro de hidrógeno.
- La exposición breve a altos niveles de cianuro puede dañar el cerebro y el corazón de las personas expuestas según estudios de ASTDR.

- El dióxido de azufre encontrado en las mediciones es muy alto y sobrepasa fácilmente, en algunos lugares muestreados, hasta veces, y en otros veinte veces el límite de exposición a corto plazo de 15 minutos STEL de 0.25 ppm. Estas concentraciones de dióxido de azufre pueden agravar las enfermedades respiratorias de las personas que están en las paradas de buses y en edificios circundantes según ATSDR, OMS y EPA.

Referencias

- The international Council on Clean Transportation ICCT. (2011). "Introducción a la refinación del petróleo y producción de gasolina y Diesel con contenido ultrabajo de azufre". Recuperado de: http://www.theicct.org/sites/default/files/ICCT_RefiningTutorial_Spanish.pdf
- ACGIH (2012). ACGIH® Threshold Limit Values (TLVs®) and Biological Exposure Indices (BEIs®).. Printed the ACGIH®, 2012 TLVs® and BEIs® Book. Copyright 2012.
- Association of Diesel Specialists ADS (2013). "Historia de un motor en particular... el Diesel". Revista ADS, 16 de julio 2013. Recuperado de: <http://diesel.org/cms/wp-content/uploads/>
- ASTDR (1999). "Formaldehído". Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Recuperado de http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts111.pdf
- ASTDR (2006). "Cianuro de hidrógeno". Atlanta, GA: ASTDR. Recuperado de http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts8.pdf
- ASTDR (2007-A). "Hoja informativa sobre el benceno". Atlanta, GA: ASTDR. Recuperado de: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts3.pdf
- Bifani, P. (1999). *Medio ambiente y desarrollo sostenible*. Madrid: Editorial IEPALA, cuarta edición.
- Cerutti (2001). "La refinación del petróleo". Instituto Argentino del Petróleo y el Gas, IAPG.
- Dräger (2005). *Benceno*. Lübeck, Germany: Dräger safety AG & Co. KGaA, 12th edition abril, 2005.
- Dräger (2011). "Dräger-Tubes & CMS Handbook". En Dräger, *Dräger-Tubes & CMS Handbook*. Lübeck: Dräger.

- Dräger. (2011-A). "Formaldehído". Lübeck, Germany: Dräger safety AG & Co. KGaA, 8th edition may 2011.
- Dräger (2014). "Dräger X-act 5000, bomba automática para tubos Dräger". En Dräger, *Dräger X-act 5000, bomba automática para tubos Dräger*. Lübeck, Alemania.
- Dräger (2014-A). "Dióxido de azufre". Lübeck: Dräger safety AG & Co. KGaA, 14th edition september 2014.
- Dräger (2015). "Cianuro de hidrógeno". Lübeck, Germany: Dräger safety AG & Co. KGaA, 11th edition may 2015.
- Gaviria, R.J.; Mora, G.J., & Agudelo, J.R. (2002). "Historia de los motores de combustión interna". Revista *Facultad de Ingeniería*, N° 26, pp. 66-78, junio, 2002.
- Gutsche, C.D., & Pasto, D.J. (1979). *Fundamentos de química orgánica*. Madrid, España: Editorial Reverté, S.A., printed in Spain.
- Hopp, V. (2005). *Fundamentos de tecnología química*. Barcelona: Editorial Reverté. Printed Publidisa, S.A de C.V.
- INSHT. (2003-A). "Cianuro de hidrógeno". Madrid, España: INSHT. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTécnicas/FISQ/Ficheros/401a500/nspn0492.pdf>
- Klages, F. (2005). *Tratado de química orgánica*. Barcelona, España: Editorial Reverté, tomo I (1a parte), química orgánica sistemática, impreso en España.
- McClellan, R.O. (1986). "Efectos sobre la salud del Diesel: un estudio de caso en la evaluación de riesgos". En M. R. O., *Efectos sobre la salud de Diesel: un estudio de caso en la evaluación de riesgos*. Am Ind Hyg Assoc 47:1-13.
- Montero, I., & León, O.G. (2007). "A guide for naming research studies in psychology". (págs. 847-862). Madrid, España: *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 2007, Vol. 7, N° 3, pp 847-862.
- PEMEX (1998). "El diésel". En Pemex, *El diésel*. Pemex. Disponible en <http://www.ref.pemex.com/octanaje/24DIESEL.htm>
- Spedding, D. (2002). *Contaminación atmosférica*. Barcelona: Editorial Reverté, printed in Spain.
- Yúfera, E.P. (1995). "Química orgánica básica y aplicada. De la molécula a la industria". Tomo I. En E. P. Yúfera, *Química orgánica básica y aplicada. De la molécula a la industria*. Tomo I. Barcelona, España: Editorial Reverté, S.A.
- Yúfera, E.P. (1996). *Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria*. Tomo I. Barcelona, España: Editorial Reverté, S.A.

***Big Data*, análisis de datos en la nube**

Verónica Idalia Rosa-Urrutia
Docente Utec
veronica.rosa@utec.edu.sv

José Guillermo Rivera-Pleitez
Docente Utec
joseguillermo.rivera@gmail.com

Recibido: 07/04/2016 - Aceptado: 05/05/2016

Resumen

Big Data en El Salvador es novedoso, por lo que el objetivo de esta investigación es elaborar una guía metodológica en la que se reflejara el uso de herramientas *Big Data* para almacenar, procesar y analizar grandes cantidades de datos, con el fin de poder obtener conclusiones que ayuden en la toma de decisiones. Para esta investigación se hizo uso de dos dataset con información sobre registro de productos alimenticios y medicamentos. Los datos fueron almacenados y procesados por medio de herramientas *Big Data*, tales como Hadoop y Hive, R para análisis estadístico, finalizando con la creación de visualizaciones en Google chart, Jqplot y D3. La investigación se llevó a cabo durante los meses de febrero a noviembre de 2015.

Palabras clave

Big Data, visualizaciones, conjunto de datos, análisis estadístico.

Abstract

Big Data in El Salvador is novel, so that the objective of this research is to elaborate a methodological guide, in which the use of *Big Data* reflect tools to store, process and analyze large amounts of data, in order to draw conclusions that can help in making decisions. For this research, two dataset containing information on registration of foodstuffs and medicines were used. The data was stored and processed through *Big Data* tools such as Hadoop and Hive, R for statistical analysis, ending with the creation of visualizations in Google chart, Jqplot and D3. The research was conducted during the months of February to November 2015.

Keywords

Big Data, visualizations, dataset, statistical analysis

1 Universidad Tecnológica de El Salvador, Ingeniera en Sistemas y Computación, Máster en Docencia Universitaria, Máster en Visual Analytics y Big Data. Docente tiempo completo y administradora de Laboratorio de Informática Utec.

2 Universidad Tecnológica de El Salvador, Ingeniero en Sistemas y Computación, Máster en Docencia Universitaria, Máster en Recursos Humanos. docente hora-clase Utec.

Introducción

Big Data es un término aplicado a conjuntos de datos que superan la capacidad del *software* habitual para ser capturados, gestionados y procesados en un tiempo razonable. Se considera un conjunto de datos que crecen rápidamente y que no pueden ser manipulados por las herramientas de gestión de bases de datos tradicionales (Aguilar, 2013).

En el 2001 se realizó un informe de investigación en el que el analista Doug Laney del META Group (ahora Gartner)³ definía “el crecimiento constante de datos como una oportunidad y un reto para investigar en el volumen, la velocidad y la variedad”.

“*Big Data* es desde hace unos años el término de moda dentro del mundo de la informática. Dicho de otra manera, durante 2012 y parte de 2013 el 60 % de los artículos de opinión de tecnología avanzada hablan de *Big Data* como la nueva estrategia indispensable para las empresas de cualquier sector, declarando, poco menos, que aquéllos que no se sumen a este nuevo movimiento se quedarán “obsoletos” en cuanto a la capacidad de reacción en sus decisiones, perdiendo competitividad y oportunidades de negocio contra su competencia.”⁴

Es tanta la información que se genera a diario en la web a través de las redes sociales, buscadores, almacenamiento de datos en la nube, etc. Lo cual resulta abrumador y solo el hecho de saber cómo se consigue captar y analizar dicha información es sorprendente.

También se sabe que las redes sociales hoy en día, aportan mucha información relevante que los usuarios comparten libre y públicamente en la web. Todo esto es aprovechable por las empresas para detectar tendencias en el mercado y enfocar las acciones que se van a llevar a cabo, algo que ayuda a tomar mejores decisiones y a que los resultados sean beneficiosos. Las ventajas las obtendrán aquellas empresas que sepan cómo hacerlo, al utilizar herramientas que faciliten el procesado masivo de datos y en poco tiempo.

Todo lo anterior se debe a la necesidad de crear nuevas formas de comunicación y almacenar dicha información de manera constante, siendo esta de rápido crecimiento. Esta contribución a la acumulación masiva de datos se puede encontrar en diversas industrias. Las compañías mantienen grandes cantidades de datos transaccionales, reuniendo información acerca de sus clientes, proveedores y operaciones; de la misma manera sucede con el sector público.

Pero no solamente los seres humanos son los que contribuyen al crecimiento enorme de información. Existe también la comunicación denominada máquina a máquina (M2M, machine-to-machine) cuyo valor en la creación de grandes cantidades de datos también es muy importante (Fragoso, 2014)

En la siguiente infografía se observa una representación de *Big Data*.

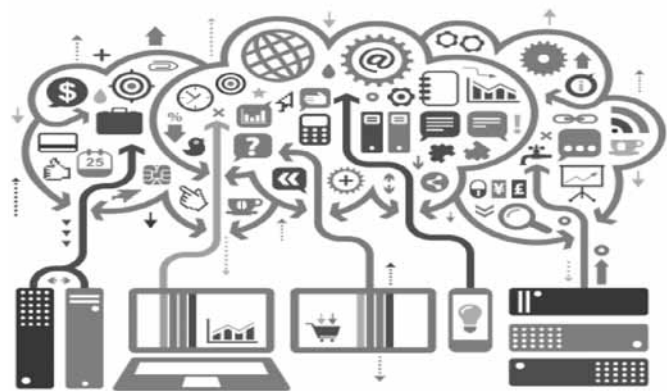


Figura 1. Infografía *Big Data*

Fuente: <http://n-economia.com/notasalerta/trasformacion-digital-big-data-infografia/>

Por otro lado, están los *dataset* públicos, que son archivos que se encuentran alojados en la nube de forma pública, los cuales están en distintos formatos y es allí donde también surge el problema, cuando los datos ya no son estructurados como comúnmente se ha acostumbrado a utilizarlos en las bases de datos relacionales tradicionales,

³ <http://www.gartner.com/analyst/40872/Douglas-Laney>

⁴ Airtor Moreno. Responsable de inteligencia artificial de Ibermática.

pues estos se encuentran en formatos tales como json, csv, dat, arff, ncol, etc. En estos casos, se hace necesario el uso de herramientas que permitan almacenar y procesar ese tipo de ficheros.

Por esto es que se considera importante una propuesta metodológica en la que se haga uso de herramientas propias de *Big Data*, para el procesamiento masivo de información, análisis de los resultados y visualización de los datos. Para ello se trabajó con dos *dataset* públicos los cuales contenían una gran cantidad de datos sobre productos alimenticios, bebidas y medicamentos de fabricantes de muchos países del mundo, permitiendo tener un control detallado de esos productos y realizar los análisis necesarios.

Lo que se pretendía con esa información es que las empresas gubernamentales y privadas conocieran los procedimientos necesarios y las herramientas que serán útiles para solventar el problema de trabajar con datos masivos y obtener resultados en menor tiempo.

Se tomó a bien hacer uso de dos *dataset* para aprovechar las herramientas y mostrar lo que se podía hacer con la información contenida.

Materiales y métodos

Como lo que se realizó al final fue una guía metodológica para el procesamiento, análisis y visualización de datos, se hizo uso de las siguientes herramientas *Big Data*:

Hadoop (White, 2012) En la actualidad, Hadoop es un proyecto de *software* libre, con licencia Apache, cuya finalidad es prestar una plataforma para la gestión de grandes cantidades de datos. Los principales componentes que constituyen Hadoop son el sistema de archivos HDFS y el motor MapReduce.

HDFS (Hadoop Distributed File System) es un sistema de archivos distribuido, inspirado en el Google File System (GFS) de Google, que permite distribuir los datos entre distintos nodos de un clúster (llamados datanodes), gestionando la distribución y la redundancia de forma transparente para el desarrollador que vaya a hacer uso de esos datos.

En la figura 2, se ejemplifica como los bloques de datos son escritos hacia HDFS. Se observa que cada bloque es almacenado tres veces y al menos un bloque se almacena en un diferente rack para lograr redundancia.

El motor MapReduce es un sistema que gestiona los mecanismos para ejecutar tareas MapReduce de forma distribuida entre los diferentes nodos del clúster Hadoop. De nuevo, la forma en la que los datos se distribuyen en diferentes subtareas y cómo estas se asignan a cada máquina resulta transparente para el desarrollador (Dean & Ghemawat, 2004). En la figura 3, se ejemplifica un proceso sencillo de MapReduce.

Además, el ecosistema de Hadoop se compone de otros proyectos que, sin ser vitales para su funcionamiento, permiten realizar determinadas tareas de un modo más sencillo o más eficiente.

Existen varias distribuciones de Hadoop, tales como Hortonworks, Cloudera, MapR, pero para esta investigación se utilizó Hortonworks (Hortonworks, 2011-2016).

Dentro de Hadoop, se hizo uso de la herramienta Hive (Capriolo, Wample, & Rutherglen, 2012), el cual es un proyecto que forma parte del ecosistema Hadoop y por ello, viene incluido en muchas distribuciones de Hadoop, incluyendo la distribución Hortonworks.

El propósito de Hive es, en cierto modo, emular un sistema de bases de datos relacional encima de Hadoop.

Así, el usuario podrá crear tablas e insertar datos (o crearlas a partir de ficheros existentes en HDFS), para posteriormente consultarlas empleando un lenguaje de modelado y de consulta muy similar a Structured Query Language (SQL).

Es importante entender que esta lógica funciona bien cuando trabajamos con datos que son estructurados, puesto que el concepto de tablas en el modelo relacional estructura los datos en columnas (campos) y en filas (registros).

Hive es una herramienta adecuada para usuarios que estén familiarizados con las bases de datos relacionales. Permite crear tablas y hacer consultas sobre ellas

empleando un lenguaje similar a SQL, si bien estas consultas se traducirán automáticamente a rutinas MapReduce.

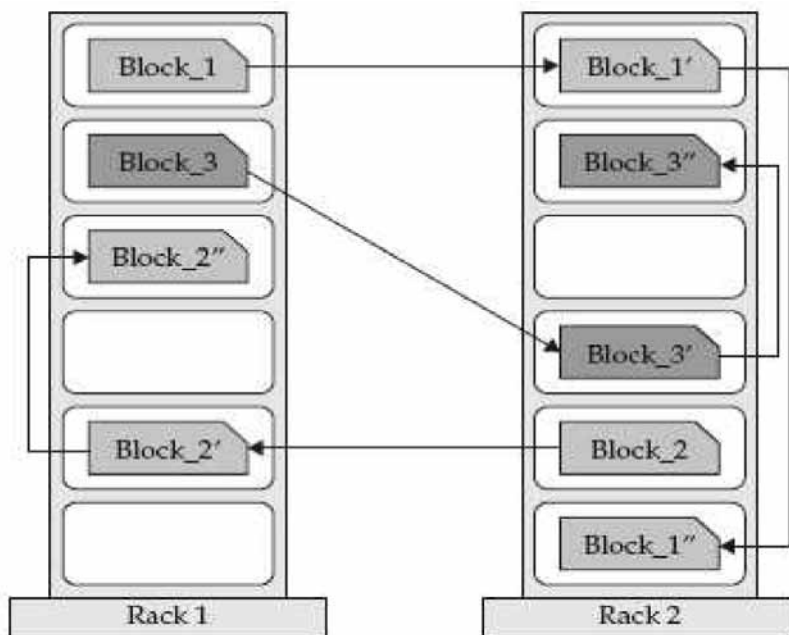


Figura 2. Ejemplo de HDFS

Fuente: Sitio web IBM.

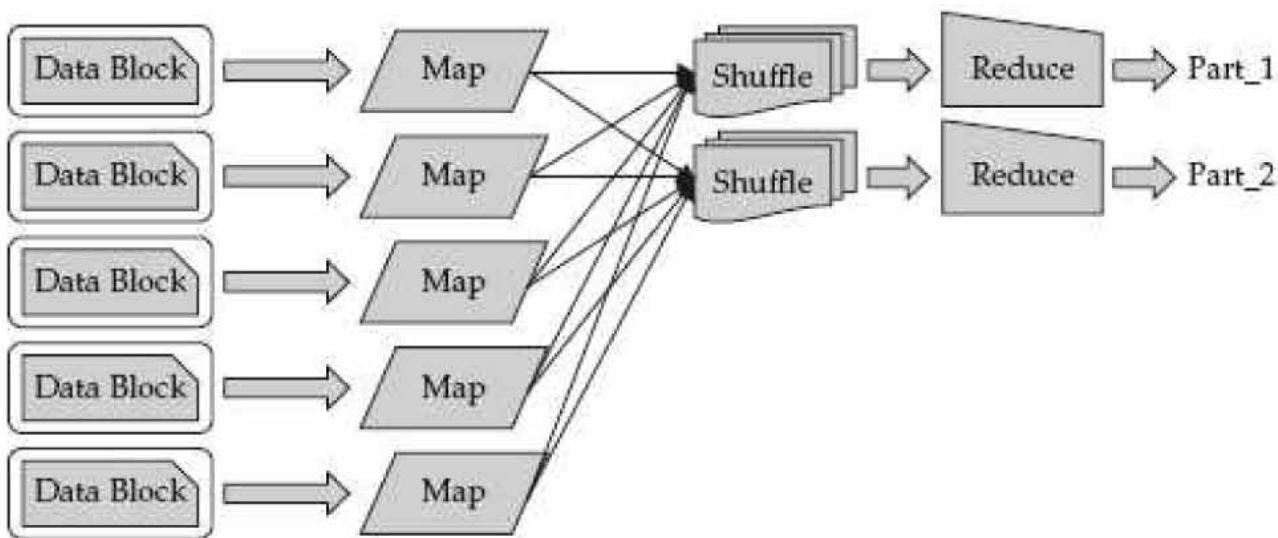


Figura 3. Ejemplo de MapReduce

Fuente: Sitio web IBM.

R (R, s.f.) Se puede definir R desde dos perspectivas:

- R es un entorno de *software*
- R es un lenguaje de programación

Fundamentalmente R, puede ser definido como un entorno *software* para el análisis matemático y estadístico de datos, en cierto sentido similar a herramientas tales como Microsoft Excel. A través del entorno de R, somos capaces de manipular datos (por ejemplo, cargarlos desde ficheros, editarlos, volverlos a almacenar...), realizar análisis sobre esos datos y presentar los resultados gráficamente para facilitar su interpretación.

El entorno *software* viene acompañado de un lenguaje de programación que pone a nuestra disposición las funcionalidades típicas de un lenguaje de propósito general (manejo de variables, tipos y estructuras de datos, operadores, mecanismos de control del flujo de ejecución, funciones, etc.) combinadas con librerías y herramientas específicas para facilitar el análisis de datos. Utilizando este lenguaje es relativamente sencillo implementar nuestras propias funciones y *scripts* para automatizar el procesamiento de ciertos datos.

En la práctica, estas dos perspectivas están muy relacionadas así, por ejemplo, para interactuar con el entorno de R se utilizaron expresiones escritas en el lenguaje R.

¿Por qué se utilizó R?

Actualmente existe una amplia gama de herramientas que pudiéramos pensar en utilizar a la hora de llevar a cabo análisis de datos como (por ejemplo, Microsoft Excel, S-PLUS una versión comercial del lenguaje S, SAS, SPSS de IBM, etc.) Así pues, una de las cuestiones que las empresas pudieran plantear en esta metodología es por qué elegir R como herramienta de análisis de datos.

Algunas de las razones que podría emplear a la hora de justificar la decisión incluyen lo siguiente:

- R es *software* de código libre con licencia GNU GPL (General Public License).

- Mientras que las principales herramientas de análisis son de pago (algunas con precios bastante elevados), R es completamente gratuito.
- Existen versiones para los sistemas operativos más comunes: Windows, Mac OS X y Linux.
- Posee una comunidad de usuarios amplia y muy activa, con lo que va a resultar relativamente sencillo encontrar documentación o ayuda en foros si resulta necesario.
- El entorno es fácilmente extensible, mediante el desarrollo de paquetes. Debido a esto, evoluciona rápidamente: nuevos algoritmos y técnicas de análisis se incorporan con regularidad.
- R y sus extensiones nos ofrece una gran variedad de herramientas de análisis y visualización de datos. Actualmente existen más de 5000 paquetes disponibles para ser instalados en el entorno.

Herramientas de visualización

Google Chart (Developers, 2016) Es una aplicación de Google para realizar estadísticas web, de fácil uso para desarrolladores de *software* web, usado en muchos campos como Google Analytics, se puede usar con diferentes formatos: Json, Javascript y *pluggings* que se pueden integrar con varios lenguajes de programación.

Esta herramienta permite realizar gráficos atractivos y existe una gran variedad de galerías disponibles en el sitio de Google para poder utilizarlos y adaptarlos a las necesidades de análisis de cada persona.

Jqplot (Jqplot pure javascript plotting, s.f.) Es un *framework* para el trazado de gráficos y *plugging* jQuery Javascript, jqPlot. Produce hermosas líneas, barras y gráficos circulares con muchas características:

- Numerosas opciones de estilo gráfico.
- Fecha, ejes con formato personalizable.
- Hasta 9 ejes Y.
- Texto eje girado.
- Cálculo automático de la línea de tendencia.
- La información sobre herramientas y punto de datos resaltado.
- Valores predeterminados razonables para facilitar su uso.

D3.js (D3js.org, 2015) “Es una biblioteca JavaScript para manipular documentos basados en los datos. D3 ayuda a llevar los datos a la vida usando HTML, SVG y CSS. El énfasis de D3 en estándares web ofrece todas las capacidades de los navegadores modernos sin atar a sí mismo a un marco exclusivo, que combina componentes de visualización de gran alcance y un enfoque impulsado por los datos a la manipulación del Document Object Model (DOM).”

Para poder hacer uso de esta herramienta, es necesario conocer de JavaScript. Por consiguiente, es recomendable aprender ese lenguaje de programación, para aprovechar todas sus ventajas de diseño.

Requisitos a considerar

Los requisitos técnicos para poder hacer uso de las herramientas tecnológicas antes mencionadas son los siguientes:

Herramienta tecnológica	Requisito de <i>hardware</i>	Requisito de <i>software</i>
Hadoop	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 5.ª generación del procesador Intel® Core™ i7 ✓ Memoria de 16 GB expandible a 32 GB ✓ Disco duro de 1 a 2 TB 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Windows 8.1 ✓ Linux de 64 bits ✓ Oracle VM VirtualBox ✓ CentOS 6.5 o más reciente ✓ Distribución Hortonworks
Programa R	No requiere de características especiales.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Windows 8.1 ✓ R o R Studio
Google chart, jqplot, D3.js	No requiere de características especiales.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Windows 8.1 ✓ Cualquier editor de texto: bloc de notas, sublime text o notepad ✓ Navegador web ✓ Servidor web

Hadoop es la única herramienta que requiere de muchos recursos de *hardware*, sobre todo de memoria RAM y de disco duro y es por ello que lo más recomendable es que esté instalado en un servidor, pero por las limitantes encontradas y no disponer de suficientes recursos en el equipo utilizado, se optó por crear máquinas virtuales para

simular un máster y un esclavo y hacer el despliegue en un entorno similar a uno de producción.

Los demás programas utilizados son gratuitos y con lecturas de manuales en la web se pueden llegar a utilizar sin ningún problema.

Metodología

La investigación se realizó con el objetivo de conocer sobre el auge de *Big Data*, y como se podrían utilizar algunas herramientas para el procesamiento, análisis y visualización de los datos. Se hizo un estudio exploratorio de tipo descriptivo por medio de una encuesta en la que se seleccionó únicamente a profesionales en el área de Informática, debido a que se necesitaba una opinión bastante real en cuanto a conocimientos con respecto a las nuevas tecnologías.

En cuanto a los participantes, el proceso de recolección de datos se hizo con profesionales en el área de Informática que laboran en el departamento de San Salvador. La muestra fue aleatoria, para la cual participaron 40 personas de ambos géneros y de distintas edades, aunque esos datos no fueron relevantes para la investigación.

El instrumento utilizado fue una encuesta, en la cual se buscaba explorar los conocimientos con los que cuentan actualmente los profesionales en el área de Informática sobre *Big Data*. Dicha encuesta fue elaborada con la herramienta Google Forms, la cual contaba con 12 preguntas cerradas y a cada participante se les proporcionó el *link* para que pudieran contestar en línea, en el momento que dispusieran.

Esta encuesta ayudó a determinar la importancia de la elaboración de una propuesta metodológica en el uso de herramientas de *Big Data*.

Luego de pasar las encuestas, Google Forms también da la facilidad de enviar las respuestas en una hoja de Google Spreadsheets en el *drive* de la cuenta de correo electrónico en la cual se elaboró la encuesta, a parte que proporciona los gráficos respectivos, que son elaborados con Google Chart.

Se aprovechó esta herramienta porque es una forma de hacer uso de nuevas tecnologías en la web, por medio de las cuales se obtuvo resultados que permitieron realizar un análisis y se establecieron conclusiones que describieron información importante para medir el grado de conocimiento sobre las herramientas de *Big Data*.

Resultados

El resultado obtenido fue una guía metodológica, que contiene los siguientes pasos:

1. Se realizó el almacenamiento y procesamiento de un *dataset* público, el cual contenía información sobre registro de medicamentos, haciendo uso de Hadoop.
2. Con la herramienta Hive que viene en la distribución Hortonworks de Hadoop, se hizo las consultas necesarias, ya que esta herramienta es similar a las instrucciones que se utilizan en SQL, por lo que, para los que están acostumbrados a trabajar con base de datos relacionales, les es fácil entender la lógica de cómo trabaja Hive. En El Salvador, SQL es el *software* más utilizado para bases de datos y esa es la razón por la que se seleccionó esta herramienta.
3. Para el análisis de datos estadísticos se utilizó el programa R. Las razones del por qué se seleccionó este programa fueron explicadas en el desarrollo de la investigación. Este programa nos devolvió información sobre datos importantes de los productos que estaban almacenados y a la vez permitió que se realizaran conclusiones en base a los resultados.
4. Después de haber hecho un análisis estadístico y las consultas pertinentes de los datos, se procedió a realizar los gráficos necesarios para una mejor comprensión de los resultados y en base a ello sacar conclusiones y de esa manera tomar decisiones. Las herramientas que se pueden utilizar son Google Chart, Jqplot o D3.js, dependiendo de las habilidades y conocimientos de la persona encargada de trabajar con la creación de los gráficos.

Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos en la encuesta que se pasó a los profesionales, se encontró que hay mucho desconocimiento de elementos importantes de *Big Data* en El Salvador, pero que a la vez hay muchos deseos de querer incursionar y utilizar las herramientas que faciliten el procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos. Por lo tanto, en esta investigación sería de mucha utilidad que se hiciera una guía metodológica que permite describir los pasos necesarios para utilizar

algunas herramientas de *Big Data* y los requisitos que deben tomarse en cuenta para poder hacer uso de ellas.

Se usaron dos *dataset*, estos ficheros estaban en formato csv y fueron descargados de la web. Uno de los ficheros contenía 33028 registros y 9 campos: Registro sanitario, Nombre del producto, Fecha de vencimiento, Fábrica, Dirección de la Fábrica, Teléfono de la Fábrica, Representante, Teléfono del representante.

El otro fichero tenía 757 registros y 8 campos: N°, Principio Activo, Producto, Registro, Titular, Resolución, Fecha resolución, Uso/tratamiento.

Con la información contenida en los *dataset* se hizo la metodología, en la cual se utilizaron las herramientas Hadoop y Hive. Hadoop es una herramienta muy potente para el procesamiento de los datos y dentro de ella, en la distribución Hortonworks, está Hive, que es utilizada para realizar consultas de forma similar como se realiza en SQL.

Hay que considerar que para poder hacer uso de Hadoop, se debe contar con el recurso adecuado, pues esta requiere de equipo especial con las características mencionadas anteriormente.

Posteriormente se hizo uso del programa R para la realización de análisis estadístico, con esta herramienta se pudieron obtener resultados significativos del *dataset* que se había seleccionado.

Por último, se crearon visualizaciones atractivas de acuerdo con los resultados obtenidos de las consultas con Hive y de los análisis estadísticos con R. Las herramientas utilizadas fueron Google Chart, Jqplot y D3.js aunque no es necesario trabajar con todas, debido a que se puede utilizar la que resulte más conveniente o más práctica según lo que se necesite representar.

Referencias

- Aguilar, L. J. (2013). *Big Data*, Analisis de los grandes volúmenes de datos. México: Alfaomega.
- Big Data*, Analisis de los grandes volúmenes de datos. (s.f.).
- Capriolo, E. Wample, D., & Rutherglen, J. (2012). Programming Hive. Estados Unidos de Norte América: Mike Loukides and Courtney Nash.
- D3js.org*. (2015). Obtenido de <https://d3js.org/>
- Dean, J., & Ghemawat, S. (2004). MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters.
- Developers, G. (2016). Google Developers. Obtenido de <https://developers.google.com/chart>
- Fragoso, R.B. (19 de marzo de 2014). Evaluando *Software*. com. Obtenido de <http://www.evaluandosoftware.com/nota-3684-Que-es-el-Big-Data.html>
- Hortonworks (2011-2016). Hortonworks inc. Obtenido de <http://hortonworks.com/>
- Jqplot pure javascript plotting (s.f.). Obtenido de <http://www.jqplot.com/index.php>
- R, F. (s.f.). R Home. Obtenido de <https://www.r-project.org/about.html>
- White, T. (Mayo de 2012). Hadoop. The Definitive Guide (3rd Edition). Obtenido de <http://download.bigbata.com/ebook/oreilly/books/Hadoop.The.Definitive.Guide.3rd.Edition.May.2012.pdf>

Modelo de vivienda urbana sostenible: buscando alternativas para cambiar de rumbo

Coralía Rosalía Muñoz-Márquez¹

Investigadora asociada Utec

cmdeco106@hotmail.com

Recibido: 05/04/2016 - Aceptado: 06/05/2016

Resumen

El deterioro actual del medio ambiente está alcanzando niveles cada vez más alarmantes. Aunque existen esfuerzos significativos en diferentes áreas de la arquitectura y la construcción, la vivienda urbana edificada por el sector formal ha comenzado su migración hacia nuevas propuestas en forma muy lenta.

Los costos elevados de las propuestas sostenibles y el rechazo del usuario a esquemas y sistemas constructivos no tradicionales son algunas de las variables que limitan el avance hacia alternativas que brinden las condiciones que un usuario espera de una vivienda, sin elevar su costo sustancialmente, reduciendo su impacto ambiental.

Esta investigación pretende salvar la brecha existente entre las diferentes alternativas de arquitectura y construcción sostenible con la oferta actual de vivienda urbana formal, presentando aquellos cambios factibles de implementar en las propuestas de proyectos habitacionales, específicamente en los que están dirigidos a los sectores de menor poder adquisitivo.

Abstract

The current deterioration of the environment is reaching increasingly alarming levels. Although there are significant efforts in different areas of architecture and construction, urban housing by the formal sector has begun a very slow migration to new proposals.

The high costs of sustainable proposals and the rejection of schemes and nontraditional building systems by the user are some of the variables that limit progress towards alternatives that provide the conditions that a user expects from a home, without raising its cost substantially and reducing its environmental impact.

This research aims to bridge the gap between the different alternatives of architecture and green building with the current offer of formal urban housing, presenting feasible changes to implement the proposals for housing projects, specifically those that are aimed at sectors with less purchasing power.

¹ Coralía Rosalía Muñoz Márquez, arquitecta, con Maestría en Administración de Empresas, investigadora asociada de la Universidad Tecnológica de El Salvador (Utec).

En una primera etapa, la investigación definirá el modelo a nivel de diseño arquitectónico y funcionalidad. En una segunda, evaluará las alternativas de materiales y sistemas constructivos y su costo, para finalmente desarrollar y evaluar un prototipo.

Palabras clave

Vivienda, arquitectura sostenible, arquitectura bioclimática, arquitectura ecológica, urbanismo sostenible, impacto ambiental, eficiencia.

In a first phase, the research will design an architectural and functionality model. In a second phase, it will evaluate alternative materials, construction systems and cost, to finally develop a prototype.

Keywords

Housing, sustainable architecture, bioclimatic architecture, green architecture, sustainable urban planning, environmental impact, efficiency.

La brecha entre la vivienda actual y la sostenibilidad

En la actualidad, el deterioro ambiental, la disminución de recursos naturales y el evidente avance del calentamiento global exigen cada vez más un cambio de rumbo en la manera en que la humanidad está llevando a cabo sus actividades. La arquitectura y la construcción son uno de los motores que hacen crecer las ciudades, pero que también generan impactos significativos en el medio ambiente y la calidad de vida de sus habitantes. Por ese motivo, es imperante que estas disciplinas puedan orientarse a una condición de sostenibilidad, donde se modere la huella que el avance urbano deja sobre los recursos naturales y se brinden condiciones que favorezcan el desarrollo.

La vivienda urbana formal que se ha construido en los últimos años en El Salvador no ha modificado mucho sus condiciones en cuanto a diseño y a uso de materiales de construcción. Si bien pueden observarse propuestas de vivienda urbana formal que hacen uso de criterios de arquitectura sostenible, su costo es bastante elevado respecto a la capacidad adquisitiva de la mayor parte de la población. Por otra parte, diferentes propuestas de modelos que sí se orientan a la sostenibilidad en forma más integral no necesariamente responden a las expectativas de los usuarios de vivienda urbana del sector formal. En definitiva, una empresa constructora no desarrollará diseños o modelos de vivienda que no sean aceptados por el usuario que pueda adquirirla.

Esto genera que exista cierta brecha entre las propuestas de vivienda sostenible y la desarrollada y comercializada por el sector formal de la construcción. El modelo resultante de esta investigación busca salvar tal diferencia y proponer alternativas que se puedan introducir a la vivienda producida por el sector formal, de manera que puedan generarse cambios que abonen a la sostenibilidad en esta área específica de la construcción, y que sea accesible y aceptable ante sus usuarios potenciales.

Su objetivo general es establecer un modelo de vivienda urbana formal conformado por soluciones de arquitectura sostenible que sean factibles y comercializables en el medio salvadoreño.

Metodología del estudio

Para el logro del objetivo planteado se aplica el método empírico cualitativo debido a que se adecua a un trabajo que incluye la observación de criterios de arquitectura sostenible, tanto en los actuales proyectos de vivienda urbana formal como en modelos deseables que se deben aplicar en dicha área. El estudio se desarrolla en dos partes, la primera ha sido concluida en 2015, y la segunda se llevará a cabo en 2016.

La primera parte incluye lo siguiente:

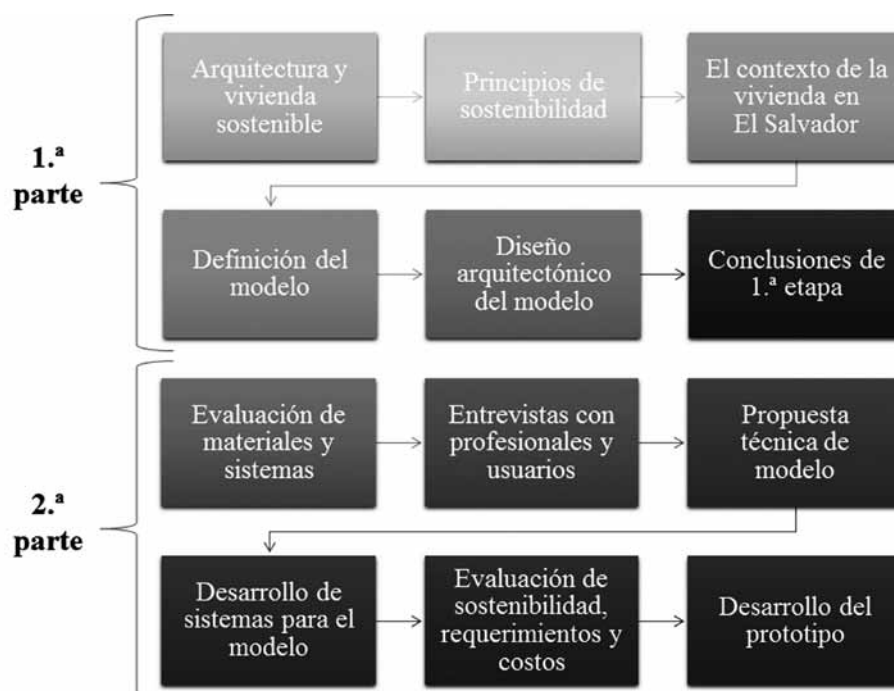
- Consolidación de información documentada respecto a la arquitectura sostenible y a la vivienda urbana.

- Recopilación de principios de arquitectura sostenible, así como de información del impacto ambiental de diferentes sistemas y materiales utilizados en la construcción formal de viviendas urbanas.
- Evaluación del contexto de la vivienda urbana formal en El Salvador, a partir de la presencia o no de criterios de arquitectura sostenible, para establecer las necesidades y requerimientos de vivienda urbana sostenible.
- Conceptualización del modelo para vivienda urbana sostenible, que pueda ser propuesta para el sector formal.
- Desarrollo de la propuesta de diseño arquitectónico del modelo, aplicándolo a diferentes prototipos de vivienda urbana formal.

La segunda parte incluirá lo siguiente:

- Recopilación de información sobre materiales y soluciones arquitectónicas factibles en el país, que puedan aportar soluciones sustentables dentro de los proyectos de construcción de vivienda urbana formal.
- Realización de entrevistas a profesionales de la construcción y, además, a usuarios de los proyectos o involucrados con el comercio de bienes raíces para considerar sus criterios y opiniones.
- Desarrollo de propuesta técnica de materiales y sistemas para el modelo.
- Evaluación del modelo según los criterios de sostenibilidad, requerimientos del usuario y costos de la aplicación.
- Desarrollo de un prototipo.

Figura 1. Metodología de la investigación



Fuente: Elaboración propia.

La vivienda urbana sostenible

Hacia finales del siglo XX surge el concepto de *desarrollo sostenible*, el cual plantea que la humanidad debe satisfacer sus necesidades actuales sin comprometer los

recursos en el futuro. No se trata de suspender el avance de la civilización, sino de que el quehacer de las naciones considere el uso de los recursos naturales y sociales, garantizando su preservación (Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo, 1987).

La sostenibilidad va más allá de disminuir el impacto localizado de determinada actividad sobre el medio ambiente, no se reduce a una mera protección de las áreas naturales, sino que se amplía a la búsqueda de un replanteamiento más profundo de la actividad humana, de manera que su incidencia sobre dichas áreas permita una convivencia sostenible (Ministerio de Vivienda, Gobierno de España, 2010).

Bajo este enfoque surge la *arquitectura sostenible*, concebida como el desarrollo de espacios y ambientes, considerando el uso eficiente de recursos y la aplicación de principios ecológicos. En ella se pretende lograr un uso eficiente de todos los recursos y materiales que la constituyen, utiliza eficientemente el agua y la energía, previene la contaminación, reduce en la medida de lo posible las emanaciones de dióxido de carbono, que incrementan el calentamiento global, sus materiales no implican riesgos para la salud humana ni para el medio ambiente, tanto en su explotación y fabricación como en su aplicación en la edificación finalizada, e incluso, en su disposición final en caso que la edificación deba ser demolida o desechada (Unam, México, 2015).

En este marco de referencia, la *vivienda sostenible* no se reduce a aspectos físicos espaciales, sino que permite el desarrollo económico y social de quienes habitan en ella, así como provee seguridad, bienestar social y condiciones saludables. Implica el consumo eficiente de recursos que se extraen del medio ambiente, como la energía, el agua, el suelo y los materiales utilizados en la construcción; debe poder maximizar el reciclaje y adaptarse a otros principios ecológicos; debe concebirse para brindar una larga vida útil y flexibilidad respecto al estilo de vida de sus usuarios, tanto que permita la formación de comunidades sólidas y autosuficientes (Chan López, 2010). Una vivienda sostenible debe aplicar los siguientes principios, que se orientan a la eficiencia en el uso de recursos y la reducción del impacto ambiental.

• *Uso óptimo del entorno*

Este principio busca que la vivienda se adecue e integre al entorno físico, de tal manera que pueda aprovechar los recursos naturales y urbanos disponibles. El suelo debe ser utilizado lo más racionalmente posible, incluso

considerando áreas urbanizadas o edificaciones existentes que puedan habilitarse para funcionar como viviendas en forma óptima. El entorno incluye los aspectos sociales y culturales que intervienen en una vivienda, es decir, los que propician el desarrollo de los usuarios y que permiten que estén satisfechos con el espacio que habitan. Este principio incluye la selección, ubicación y adecuación del terreno, así como el aprovechamiento racional del suelo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012).

• *Uso eficiente de energía*

La vivienda debe procurar ahorros en el consumo de energía, tanto para su construcción como para su funcionamiento. Este principio está relacionado con la *arquitectura bioclimática*, la cual busca la integración adecuada de la vivienda a su entorno, buscando alinearse con la radiación solar y los vientos dominantes, así como también debe procurar el uso de materiales eficientes respecto a la temperatura. En ambos casos, se requiere del uso de iluminación o ventilación artificial que incrementa el consumo de energía (Spain Green Building Council, 2002).

• *Uso eficiente del agua*

El uso eficiente del recurso hídrico se enfoca en los siguientes aspectos: la protección general al recurso natural del agua, su uso eficiente en todo lo concerniente al diseño, la construcción y el posterior funcionamiento de la edificación y la emisión de aguas hacia el entorno.

• *Uso eficiente de materiales*

Los materiales utilizados en la vivienda no solo deben ser aprovechados en forma racional, por medio de la modulación y la reducción de desperdicios, sino que también deben implicar el menor impacto ambiental posible. Esto debe analizarse a lo largo del ciclo de vida de cada producto o sistema, desde su explotación o fabricación, transporte, instalación, funcionamiento y disposición final. En dichas etapas debe haber control y renovación de los recursos consumidos, reciclaje, reducción del uso de energía, de las emisiones de gases hacia la atmósfera, de los desperdicios no biodegradables y del vertido de aguas servidas a las fuentes existentes.

Impacto ambiental de la construcción

Los materiales tradicionalmente utilizados en construcciones actuales están asociados a diversos impactos a lo largo de su ciclo de vida, esto es, en los diferentes momentos que el material actúa sobre el medio. La extracción de materias primas altera profundamente los ecosistemas que las producen; los procesos de fabricación implican consumo de energía y de fuerza humana; también se generan residuos contaminantes, vapores y emanaciones tóxicas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012). Las tablas 1 y 2 muestran, respectivamente, el coste energético y las emanaciones de dióxido de carbono de los materiales utilizados en vivienda.

Tabla 1. Coste energético por kilogramo de materia

Material	kW. h
Resinas	30.560
Asfaltos	55.280
Acero	15.000
Pintura	24.700
Cemento	4.360
Cerámica	2.321
Madera	2.100
Arena y grava	0.100

Fuente: Argüello Méndez, 2008.

Tabla 2. Emanaciones de CO₂ por kg de material

Material	Emisiones de CO ₂ por kg de materia
Resinas	16.280
Asfaltos	8.140
Pintura	3.640
Acero	2.800
Cemento	0.410
Cerámica	0.180
Madera	0.007
Arena y grava	0.007

Fuente: Argüello Méndez, 2008.

Tales índices reflejan el potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) por generación de gases de efecto invernadero (GEI) que, además del CO₂, incluyen monóxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno, ozono, dióxido de azufre y clorofluorocarburos. Estos determinan el equilibrio térmico del planeta, controlando los flujos de energía en la atmósfera por medio de la absorción de la radiación infrarroja de este. Como consecuencia, se alteran los patrones del clima, los ecosistemas y la salud humana.

El contexto salvadoreño de la vivienda

Actualmente, la industria de la construcción constituye un sector de gran relevancia en la actividad económica de El Salvador. Sus características la hacen fundamental para el impulso del crecimiento económico y el desarrollo, puesto que suministra el mayor aporte dentro de la inversión nacional, que alcanza en promedio un 37 %; utiliza altos niveles de mano de obra, constituyendo una fuente de trabajo relativamente bien remunerada, además de que genera enlaces con diferentes sectores comerciales e industriales (Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción, 2014).

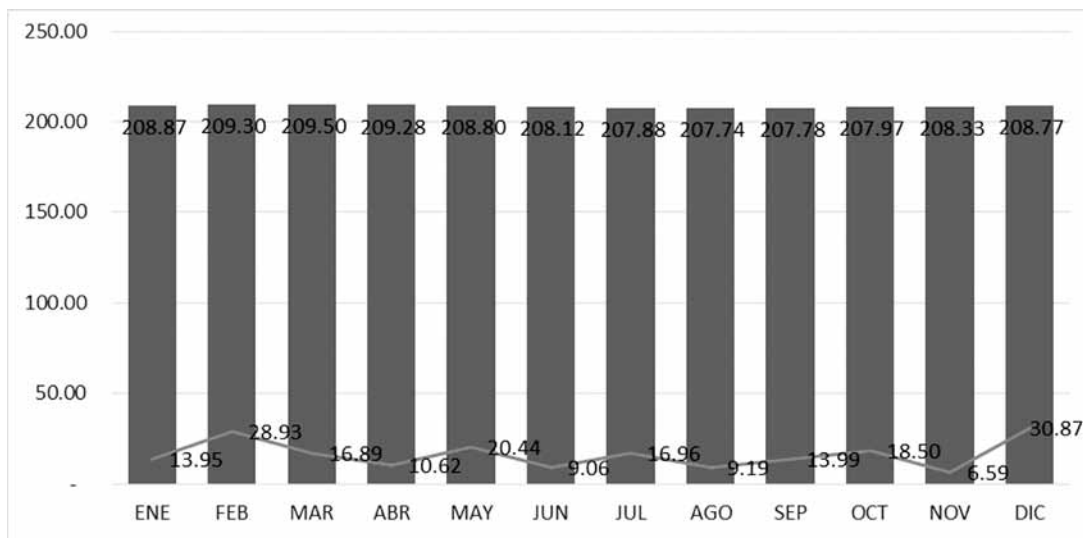
Dentro de esta industria, la construcción de viviendas tiene cierto peso, como puede advertirse en la figura 2, donde se presenta el registro mensual de préstamos de 2014 para el sector construcción y para la construcción de viviendas. El promedio mensual de préstamos para la construcción oscila en 208.53 millones de dólares, de los cuales 16.30 millones, un 8 %, estuvieron destinados para la construcción de vivienda (Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción, 2015). Puede decirse que la construcción de vivienda formal tiene mucha importancia en la economía nacional, por consiguiente, conlleva impactos significativos sobre el medio ambiente. El desarrollo de zonas habitacionales consume recursos año con año, incrementando la huella del desarrollo humano y disminuyendo las escasas áreas naturales que aún quedan en la nación.

El análisis del contexto ha incluido, entre otros datos, las estadísticas obtenidas en los pasados censos de población y vivienda, realizados en los años 1971, 1992 y 2007. Los cuales permiten establecer la tendencia que tienen los materiales predominantes en la construcción

de las viviendas. La figura 3 muestra el incremento significativo que han tenido los sistemas de paredes a base de cemento, los cuales representaron más de un 70 % de las viviendas censadas en 2007. Como ya se ha visto, el cemento consume un alto nivel de energía

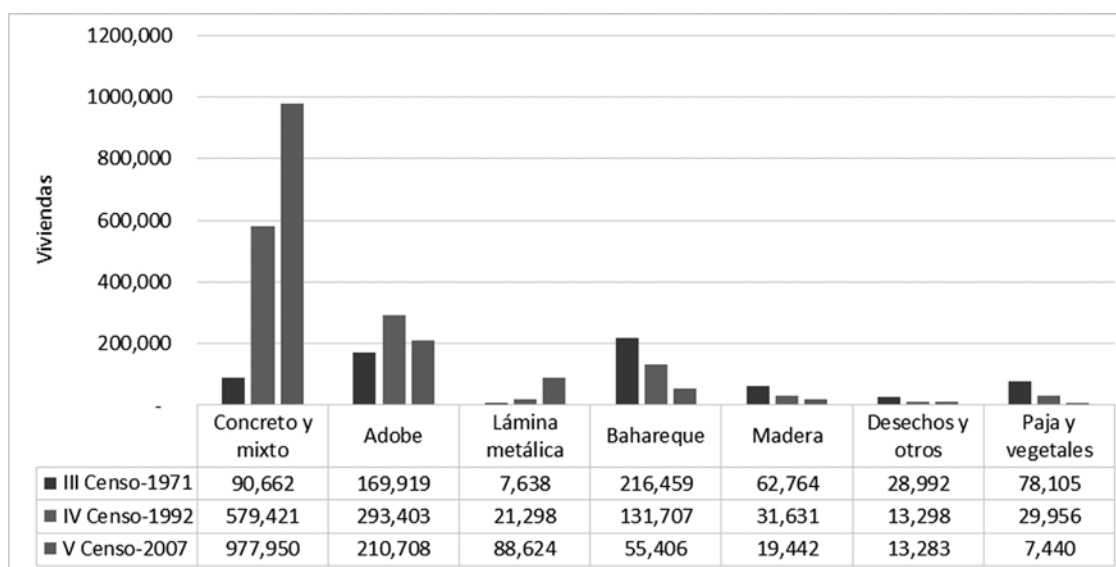
en su producción y genera emisiones de gases tipo invernadero. Esto constituye una pequeña muestra de lo que la construcción de viviendas ocasiona sobre el medio ambiente. El estudio realizado ha incluido otros datos similares a estos.

Figura 2. Préstamos y descuentos al sector construcción y a la construcción de viviendas en 2014 (en millones dólares)



Fuente: Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción, 2015.

Figura 3. Variaciones en los materiales de paredes en viviendas en El Salvador
Comparación censos de vivienda 1971, 1992 y 2007



Fuente: Dirección General de Estadística y Censos, 2008.

Como parte de este estudio, se visitaron y analizaron diferentes proyectos de vivienda formal en zonas urbanas de El Salvador, a fin de establecer las principales tendencias que los caracterizan, y que se podrían tomar en cuenta para proponer el modelo. Se incluyeron viviendas tanto de bajo como de alto costo.

Puede considerarse que en las viviendas evaluadas en diferentes proyectos hay pocos o ningunos elementos

que se hayan basado en los principios de sostenibilidad expuestos al principio de este estudio. Algunas innovaciones como ahorradores de energía, agua, materiales para adaptar la vivienda al clima y otros similares obedecen en gran medida a las demandas de los usuarios potenciales de estas soluciones, y, en efecto, pueden disminuir el impacto ambiental, pero no en forma total. La figura 4 muestra algunos de los elementos arquitectónicos bioclimáticos observados en las viviendas de diferentes niveles de costo.

Figura 4. Recursos para reducir la temperatura en espacios interiores



Fotografía: Coralía Muñoz, diciembre 2015.

En diferentes proyectos se observan casetas de vigilancia, muros circundantes, rejas metálicas y otras barreras de prevención contra la delincuencia. El clima de inseguridad que impera en toda la nación es un elemento determinante para el diseño de la vivienda y la urbanización, así como para la elección de materiales. Los usuarios de una vivienda difícilmente aceptarían paredes ligeras o diferentes a los productos de cemento, por temor a la delincuencia y a la criminalidad.

La construcción que predomina es la de viviendas unifamiliares, de uno o dos niveles. La oferta de vivienda urbana formal se ha enfocado en los últimos años a esta

condición, pero esto no es sostenible, dado que en el país conseguir terreno presenta diferentes obstáculos: el territorio es escaso, existe una insuficiente producción de suelo urbanizado que cuente con servicios de agua y drenajes, las zonas que se pueden urbanizar están limitadas por áreas con riesgo de derrumbes, inundaciones, sismos y, además, inseguridad ciudadana. Con el recurso suelo escaso en las zonas urbanas y la tendencia a construir viviendas unifamiliares, las urbanizaciones y residenciales se ubican en las periferias y en terrenos fuera de las ciudades, regularmente en las áreas de autopistas y carreteras que permiten llegar rápidamente a la ciudad. No solo se consumen áreas que anteriormente tenían vegetación

y permitan la absorción de agua, sino que se aumenta la necesidad de transporte y uso de vehículos automotores para el desplazamiento diario de sus usuarios hacia las afueras de la ciudad.

La tendencia en el uso de materiales y sistemas constructivos se mantiene en las mismas condiciones de las últimas décadas; el cemento y el concreto, productos cerámicos y techos de fibrocemento o lámina continúan siendo utilizados; y su impacto en los ciclos de vida es significativo, en cuanto a explotación de recursos naturales y emisiones contaminantes en el medio ambiente, además de que sus posibilidades de reciclaje son mínimas o hasta nulas.

Por su parte, el impacto que causa la construcción de viviendas de diferentes niveles de precio en todo el país resulta importante, en cuanto a alcance y cobertura. Las viviendas que se construyen a nivel formal, las urbanizaciones y residenciales en el territorio nacional, conforman cifras importantes en el desarrollo del país y cubren grandes extensiones que impactan ecosistemas existentes.

A partir de los principios de sostenibilidad planteados en este estudio, y como una respuesta a las necesidades establecidas en el contexto de la vivienda en El Salvador, se plantea el siguiente modelo para desarrollar una vivienda urbana sostenible en el sector formal de la construcción, que sea aceptable por parte del usuario, para que pueda comercializarse y que no represente incrementos significativos en la inversión. El modelo se enfoca en la vivienda urbana formal debido al alcance e impacto que este sector tiene sobre el desarrollo sostenible general de la nación.

El modelo de vivienda urbana sostenible

En primer lugar, el modelo brinda las condiciones necesarias para una vivienda, es decir, en la que sus usuarios puedan habitar y desarrollar su vida diaria. Unas condiciones corresponden a aspectos meramente físicos y espaciales, otras a aspectos sociales y culturales. En segundo lugar,

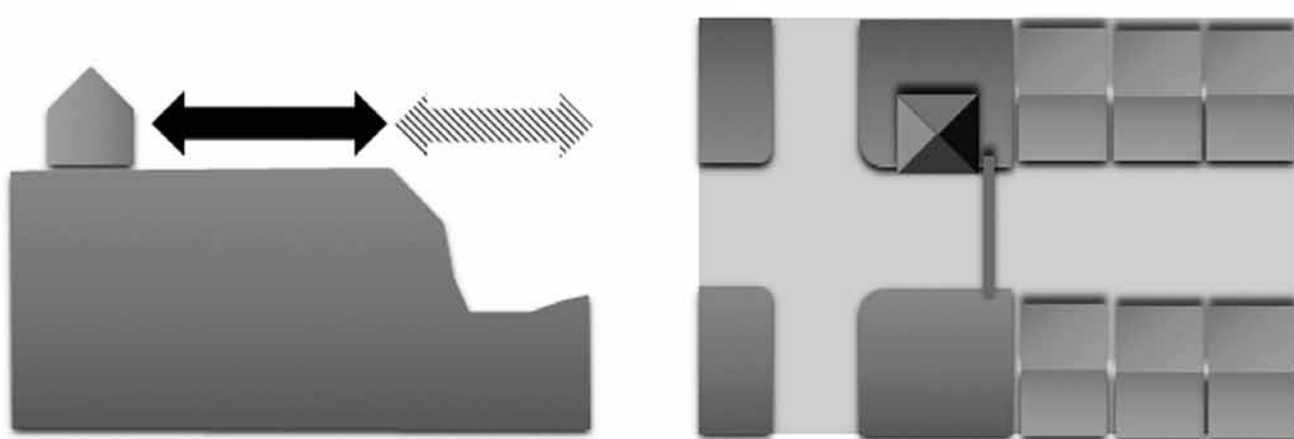
incorpora los principios de arquitectura sostenible analizados a lo largo de este estudio.

- **Accesibilidad.** La vivienda está directamente comunicada con las vías de circulación peatonal. Los usuarios llegan a dicha vivienda sin tener que pasar por otros espacios privados. Las vías de circulación vehicular y las estaciones de transporte público están al menos a 400 metros de la vivienda.
- **Estabilidad y durabilidad.** Los materiales y sistemas utilizados ofrecen resistencia y estabilidad estructural ante las condiciones climáticas, geológicas y el paso del tiempo. Durante su vida útil, los materiales no sufren un deterioro acelerado.
- **Servicios.** La vivienda posee abastecimiento de energía, agua potable, saneamiento y eliminación de desechos. También provee las condiciones adecuadas para la habitación: iluminación, ventilación, temperaturas adecuadas y confortables para la vida humana.

El modelo también busca cubrir aquellas características o necesidades de los usuarios que habitan la vivienda a partir de su idiosincrasia, costumbres o parámetros de vida.

- **Privacidad.** La vivienda resguarda a sus usuarios de la vista desde el exterior de la vivienda y controla el paso de personas ajenas a esta. Reduce la transmisión de sonidos, desde el interior al exterior y viceversa.
- **Seguridad.** Se han identificado los riesgos por fenómenos naturales y por delincuencia que existen en el lugar de la vivienda, y se han tomado las medidas necesarias para controlarlos. Del mismo modo, se encuentra a la distancia permisible de zonas de riesgo natural.
- **Los materiales e instalaciones de la vivienda cumplen con las normativas técnicas y legales de seguridad, tanto en su instalación como en su funcionamiento, y no representan riesgos o daños para la salud humana.**

Figura 5. Seguridad



Distancia de zonas de riesgo por derrumbe o inundación

Casetas o controles de seguridad para acceder a un grupo de viviendas

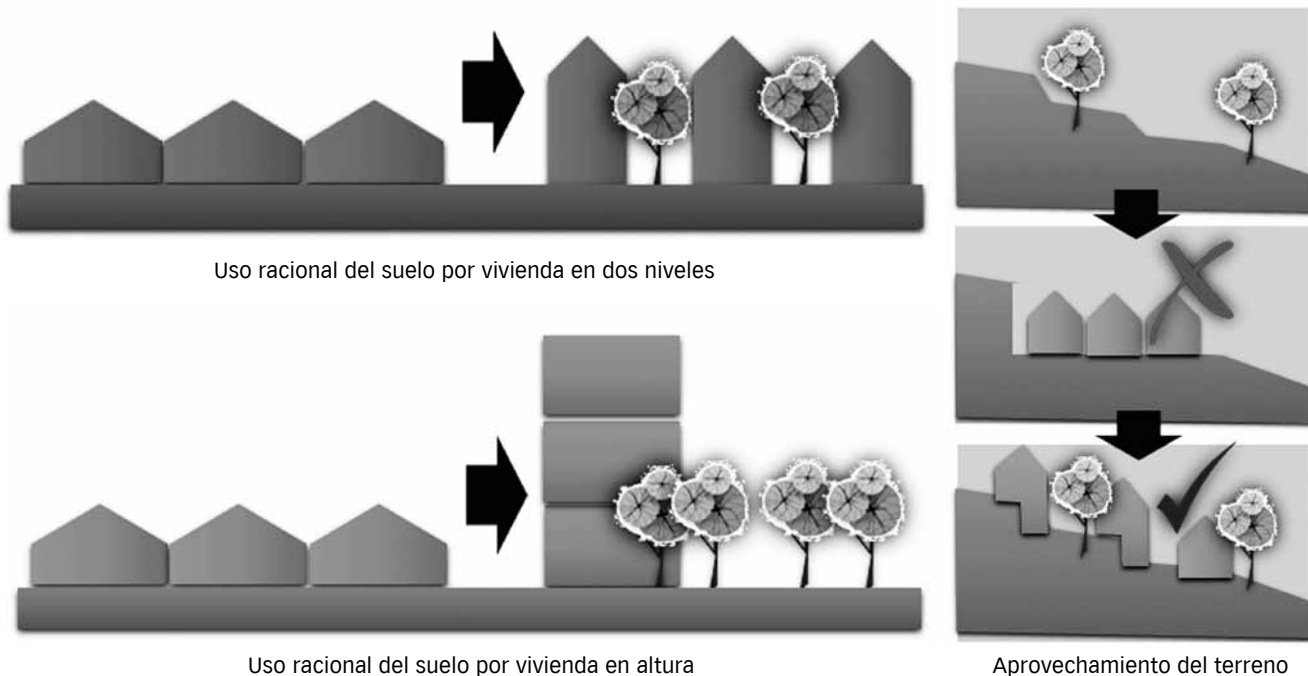
Fuente: Elaboración propia.

Uso óptimo del entorno

- La propuesta de vivienda utiliza al máximo el suelo disponible. Considera viviendas unifamiliares de dos niveles o vivienda en altura para densificar la zona.

- La vivienda se adapta al terreno irregular en vez de alterarlo.
- Se busca conformar corredores verdes en proyectos de gran magnitud.

Figura 6. Uso racional del suelo



Uso racional del suelo por vivienda en dos niveles

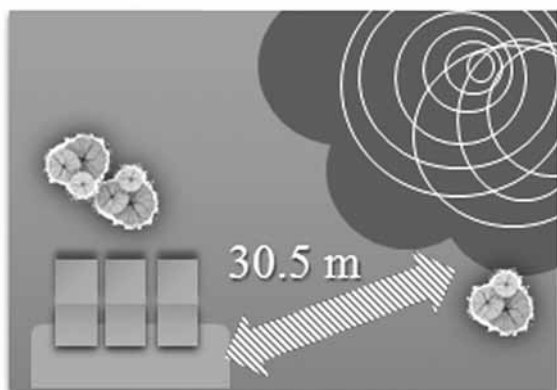
Uso racional del suelo por vivienda en altura

Aprovechamiento del terreno

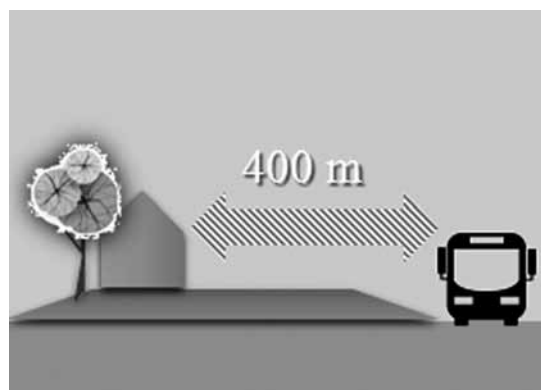
Fuente: Elaboración propia.

- El terreno no forma parte de tierras destinadas para cultivo ni forma parte del hábitat de especies en peligro de extinción.
- El terreno está a una elevación mayor que 1.50 metros sobre el nivel de inundación durante los últimos 100 años, y fuera de un radio de 30.50 metros a partir de una fuente de agua.
- El terreno está ubicado en zonas urbanas con potencial de densificación.
- El terreno está ubicado a menos de 400 metros de las paradas de autobuses (figura 7).

Figura 7. Uso racional del terreno



Distancia entre la vivienda y fuentes de agua

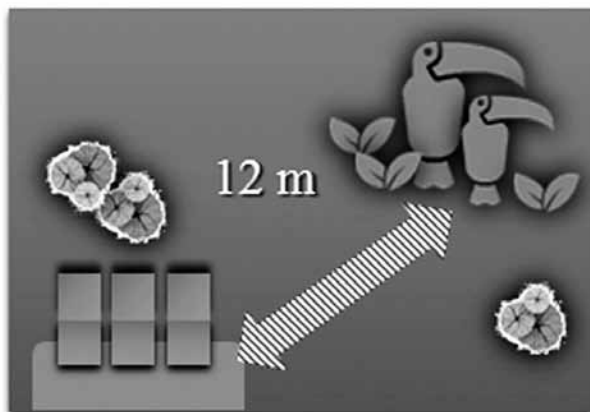


Distancia entre la vivienda y el transporte

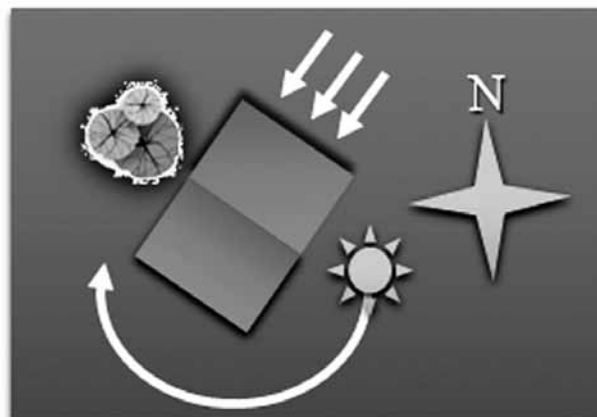
Fuente: Elaboración propia.

- Si hay áreas contaminadas cercanas al lugar, se han rehabilitado. Si hay áreas de riesgo cercanas al lugar, han sido tratadas con obras de protección.
- La vivienda o grupo de viviendas está a más de 12 metros de las áreas naturales que se deben proteger.
- La vivienda se encuentra cerca del equipamiento urbano pertinente.
- La vivienda se ubica de tal manera que aprovecha la iluminación natural y corrientes de aire dominantes. La fachada principal apunta hacia el norte o el noreste, se evitan fachadas hacia el poniente para evitar los rayos solares intensos.

Figura 8. Ubicación de la vivienda



Distancia entre la vivienda y áreas protegidas



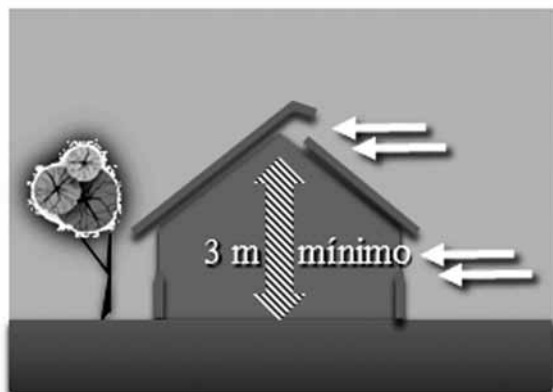
Orientación de la vivienda respecto a los vientos dominantes y radiación solar

Fuente: Elaboración propia.

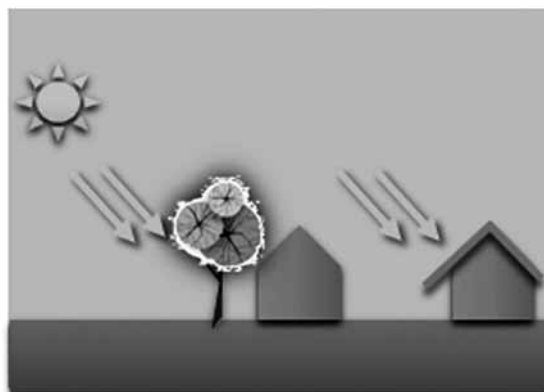
Uso eficiente de la energía

- Las áreas pavimentadas no techadas tienen colores reflejantes, tienen techo al menos parcialmente, o se han desarrollado en forma subterránea.
- Las áreas techadas poseen cubiertas con alta capacidad de reflexión de la luz solar; tienen áreas con jardines, o una combinación de ambas, en al menos un 75 % de sus superficies.
- Los espacios de la vivienda no requieren el uso de luz artificial durante las horas del día. En vivienda unifamiliar se pueden utilizar variaciones en los techos que permitan ventanas, para el ingreso de luz solar y corrientes de aire.
- Las paredes de la vivienda unifamiliar alcanzan al menos 3.00 metros en la cumbrera, para que los espacios bajen la temperatura del ambiente. El espacio libre entre el piso y el cielo del interior de la vivienda es de al menos 2.10 metros, para favorecer la ventilación.
- En vivienda en altura, se acondicionan las azoteas como jardines, creando microclimas favorables y permitiendo recuperar la huella del desarrollo de las edificaciones.
- Se utilizan aleros anchos, terrazas y vegetación y otros elementos que le brindan sombra a la vivienda y a las puertas y ventanas de las fachadas.
- Se usan materiales que proveen aislamiento adecuado para favorecer condiciones de temperatura y humedad confortables en el interior de la vivienda.
- En vivienda en altura puede ubicarse ventanas más amplias sin riesgos de inseguridad; deben colocarse en forma cruzada para canalizar las corrientes de aire hacia el interior del edificio.
- Es posible llevar un control del consumo energético.
- Se utilizan los dispositivos de ahorro de energía que sean factibles.
- Se disponen reguladores de voltaje para una cantidad de viviendas específica.
- Al menos un 5 % de la energía de la vivienda es provista por fuentes de energía renovable local o energía verde.

Figura 9. Reducción del uso de energía



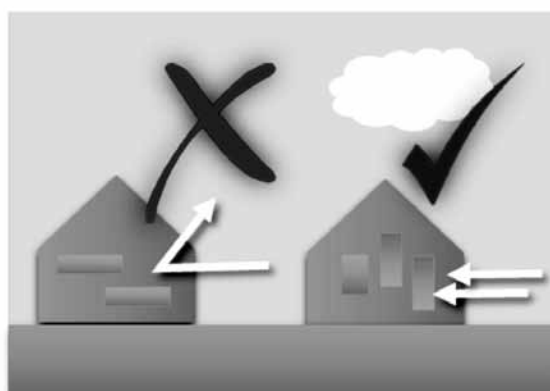
Altura de paredes y juegos en los techos



Uso de barreras naturales y arquitectónicas



Uso de terrazas



Ventanas verticales en vez de horizontales

Fuente: Elaboración propia.

Uso eficiente del agua

- Las áreas pavimentadas, no techadas, son realizadas con materiales que permiten la filtración en al menos un 30 % de sus superficies.
- Las áreas verdes se plantan con especies que requieren menos agua que el césped o la grama. Se busca conservar los árboles existentes en el terreno.
- La vivienda utiliza al menos un 20 % menos de agua por medio de dispositivos de ahorro.
- Se utilizan artefactos sanitarios que consumen menos cantidad de agua.
- Al menos un 50 % del agua para riego de jardines no proviene de las redes de servicio de agua potable. Se reutilizan las aguas lluvias para otros usos dentro de la vivienda o de la urbanización.
- La urbanización o grupos de urbanizaciones poseen plantas de tratamiento de aguas negras o grises que las procesan antes de arrojarlas en las alcantarillas públicas.

Uso eficiente de materiales

- El diseño arquitectónico y estructural de la vivienda se hace a partir de la modulación de los materiales elegidos para su construcción, a fin de disminuir los desperdicios.
- Se usan materiales con características termoacústicas.
- En la medida de lo posible, se utilizan materiales disponibles en el área inmediata a donde está ubicada la vivienda.
- Los materiales seleccionados poseen, según sea pertinente, certificaciones ambientales.
- Los materiales utilizados en la vivienda no generan sustancias o vapores nocivos para la salud, en ninguna de sus etapas del ciclo de vida.
- Los materiales son elegidos bajo el criterio de precio justo, calidad aceptable e impacto ambiental reducido.
- Se reutilizan los residuos de la construcción, demolición y desbroce en un 50 %.
- Los materiales usados en moldes o encofrados de concreto se reciclan a lo largo de todo el proceso de construcción, según sea factible.
- Se dispone de un lugar en la construcción para almacenar todos aquellos desechos que pueden reciclarse, o bien pueden venderse para su reciclaje.
- La vivienda, o grupo de viviendas, dispone de áreas para la separación y reciclaje de desperdicios.

Aplicación del modelo

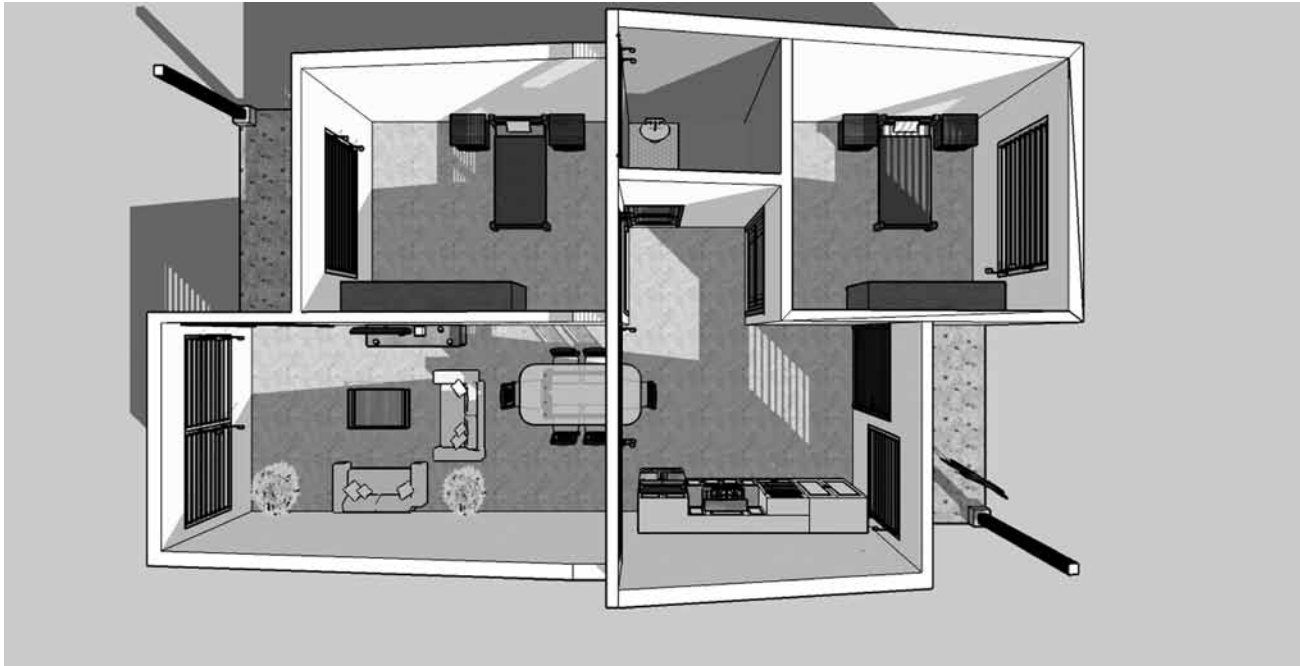
En el estudio, el modelo se ha aplicado a prototipos de vivienda construidos por el sector formal en El Salvador. A continuación, se presenta una de las tres opciones desarrolladas en cuanto a diseño arquitectónico. Los diseños son hipotéticos, adaptables a diferentes opciones de proyectos de vivienda en El Salvador.

El modelo se aplica, en dos opciones, en una vivienda unifamiliar de un solo nivel con las siguientes características:

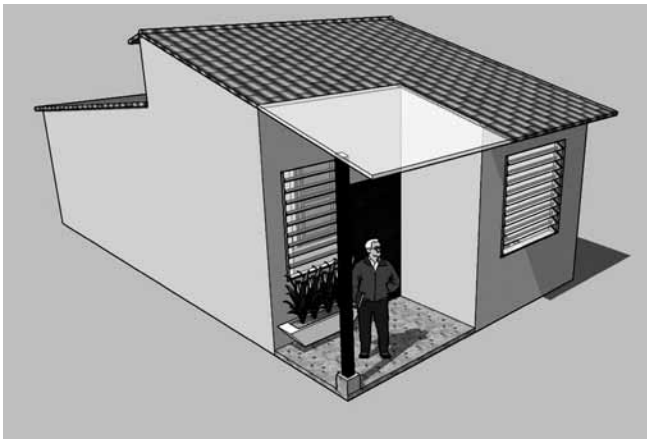
- Lote de 5 metros de ancho.
- Área aproximada de 37.5 metros cuadrados.
- Espacios: sala – comedor – cocina, 2 dormitorios, 1 baño y área de servicios.
- El modelo puede tener espacio para estacionamiento de vehículos.

El diseño arquitectónico parte del esquema que se utiliza actualmente en viviendas de bajo costo. Sin embargo, se ha añadido mayor altura en las paredes y un juego en los techos que permite ventanas altas en la cumbre de la vivienda. Las ventanas están ubicadas paralelas a la cumbre, y eso permite la circulación de aire a lo largo de toda la vivienda. También se han utilizado terrazas, junto a las ventanas de las fachadas, para captar vientos dominantes, pero se han utilizado láminas traslúcidas para que los espacios no se oscurezcan.

Figura 10. Vivienda unifamiliar de 1 nivel



Planta arquitectónica



Isométrico



Corte transversal

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Una vivienda urbana sostenible no solo se enfoca en la aplicación de principios de arquitectura sostenible, sino que contempla el nivel de satisfacción que un usuario pueda percibir al habitarla. Por ese motivo, considerar un modelo de vivienda sostenible debe considerar los marcos de referencia, sociales y culturales, del usuario. No solo debe tomarse en cuenta diseños y materiales que tengan un impacto ambiental reducido, sino que respondan a las expectativas de las personas que vayan a habitar los espacios.

La vivienda urbana formal en El Salvador conlleva importantes efectos sobre el medio ambiente, que requieren un replanteamiento y análisis para comenzar a modificarse. Es imperante iniciar el cambio de rumbo de este quehacer humano, de manera que la vivienda en la que se desarrollan los individuos no solo provea lo necesario para la vida de hoy, sino también para la vida futura. El modelo logrado ha incorporado los principios de arquitectura sostenible a prototipos que se observan en proyectos de construcción de vivienda de bajo costo.

En esta primera parte del estudio, dicha aplicación ha sido a nivel de diseño arquitectónico. En la siguiente parte, se desarrollará la propuesta técnica del modelo, contemplando los diferentes materiales y sistema que puedan utilizarse, así como la factibilidad económica de su implementación para, finalmente, realizar un prototipo que permita la sostenibilidad del modelo.

Referencias

- Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción (2014). "La importancia de la industria de la construcción". *Revista Estadística de la Construcción*, 16-19.
- Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción (2015). La construcción en cifras. *Revista Estadística de la Construcción*, 7 - 16.
- Chan López, D. (Octubre de 2010). "Principios de arquitectura sustentable y la vivienda de interés social". Obtenido de https://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/12843/1/06_Chan%20Lopez_Delia.pdf
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo (1987). *Nuestro Futuro Común*. Oxford University Press, pág. 4.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2012). "Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana". Obtenido de [www.minambiente.gov.co: www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/cartilla_criterios_amb_diseno_construc.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/cartilla_criterios_amb_diseno_construc.pdf)
- Ministerio de Vivienda, Gobierno de España (Abril de 2010). "Libro Blanco de la Sostenibilidad en el Planteamiento Urbanístico Español". Obtenido de <http://habitat.aq.upm.es: http://habitat.aq.upm.es/lbl/a-lbl.es.pdf>
- Spain Green Building Council (Noviembre de 2002). *LEED NC*. Obtenido de www.spaingbc.org: http://www.spaingbc.org/files/leed_nc_rs_v2_1_esp01.pdf
- Unam, México (2015). "Arquitectura sostenible". Obtenido de www.reine.arq.unam.mx: http://www.reine.arq.unam.mx/VersionEspanol/Recursos/01Principal/Archivos_PDF_to_HTTP_2011/ArqSust15pp.pdf

Internet de las cosas: aplicación en monitoreo de un sistema de generación fotovoltaico

Omar Otoniel Flores-Cortez¹
Docente Utec
omar.flores@utec.edu.sv

German Antonio Rosa²
Docente Utec
german.rosa@mail.utec.edu.sv

Recibido: 02/04/2016 – Aceptado: 03/05/2016

Resumen

En este artículo se presentan los resultados obtenidos de la investigación denominada "Internet de las cosas: interconexión de un sistema de generación fotovoltaico para su monitoreo desde la nube", desarrollada durante 2015 en la Utec, y cuyo objetivo es el diseño e implementación de un sistema electrónico de bajo costo que permitiera el monitoreo vía internet del voltaje producido por un panel solar.

A continuación se describen tanto los procedimientos realizados como los frutos obtenidos a partir de la investigación. Se realizó una revisión teórica del "estado del arte" en cuanto a los conceptos y herramientas tecnológicas utilizados. La metodología usada fue la experimentación-multimodal (Cegarra, 2004); y al final se presentan los resultados obtenidos: el principal, un prototipo electrónico completamente funcional e

Abstract

This article presents the results of the research called: "Internet of Things: interconnection of a system of photovoltaic generation for monitoring from the cloud", developed during 2015 within the Utec whose main objective was the design and implementation of a low-cost embedded enabling monitoring via Internet voltage produced by a solar panel system.

The following describes both procedures performed and the fruits obtained from the research: a theoretical review of the "state of art" was made in terms of concepts and technological tools used, the methodology used was experimentation-multimodal (Cegarra, 2004), and in the end the results are presented: the main electronic fully functional and implemented on the premises of Utec prototype. These achievements were obtained with great satisfaction and importance,

¹ Ingeniero electricista, con maestría en Docencia Universitaria y postgrado en Robótica. Actualmente doctorando en Informática y es docente de la cátedra de Electrónica de la Utec.

² Ingeniero en Sistemas, técnico en Telecomunicaciones, actualmente docente hora-clase de la Utec.

implementado en las instalaciones de la Utec. Siendo estos logros de suma satisfacción e importancia, por lo que esta investigación solo es el inicio de una serie de proyectos dentro del área.

Palabras clave

Internet de las cosas, panel solar, microcontroladores, programación de computadoras, Arduino, internet, Raspberry Pi, sistemas embebidos, sensores, Wi-Fi.

so This research is just the beginning of a series of projects in the area.

Keywords

Internet of things, solar panel, microcontrollers, computer programming, Arduino, internet, Raspberry Pi, embedded systems, sensors, Wi - Fi .

Introducción

El presente documento es un resumen de los resultados obtenidos a partir de la realización de la investigación sobre el internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) y su aplicación para el monitoreo de un sistema de generación fotovoltaica (SGV), cuyo objetivo principal era implementar un sistema de interconexión para el sistema fotovoltaico del Laboratorio de Electrónica de la Utec, que permita realizar un monitoreo en tiempo real, desde la nube³, del rendimiento de este sistema, para poder establecer factores de desempeño a lo largo de su tiempo de uso.

Por lo que disponer de un reporte de datos de consumo y generación del sistema fotovoltaico del Laboratorio de Electrónica de la Utec es un paso lógico que sigue a la reciente implementación de dicho sistema. Actualmente se dispone de paneles solares generando energía que se utiliza en la iluminación interna del salón de prácticas del laboratorio, sin embargo, no se cuenta con un monitoreo ni con datos reales de generación que permitan verificar el desempeño y rendimiento del sistema fotovoltaico instalado.

La investigación fue desarrollada usando el método multimodal-experimentación sin hipótesis previa (Cegarra, 2004), además, se clasificó como del tipo investigación aplicada tecnológica (Cegarra, 2004).

Cabe destacar que, durante el proceso desarrollado, en la investigación se analizaron diferentes aspectos técnicos para la implementación; y fue solo la experimentación lo que permitió obtener resultados y diseños satisfactorios. Con esta investigación se obtuvo como resultado un prototipo electrónico funcional que permite que el nivel de voltaje de un panel solar del SGV, instalado en el Laboratorio de Electrónica de la Utec, sea capaz de reportar dentro de un sitio web, y de forma automática y periódicamente, su nivel de voltaje producido durante su operación. Estos datos reportados por el panel se pueden visualizar en tiempo real en forma gráfica en <https://sites.google.com/a/mail.utec.edu.sv/labeleutec/panelsolar>

Sistema de monitoreo vía internet

Imagine el siguiente escenario: usted se dirige a su hogar luego de un arduo día de trabajo en la oficina, y solo piensa en prepararse una succulenta cena al llegar a casa, sin embargo, al abrir el refrigerador se da cuenta de que se han agotado casi todas las provisiones (huevos, leche, pan, etc.) ¡Qué decepción! Tendrá que perder tiempo en ir al supermercado de noche a adquirir lo faltante o pedir cena a domicilio. Que útil fuera que el propio refrigerador le "avisara" con antelación, vía internet, mediante su teléfono inteligente, que se han agotado las provisiones y que debe pasar adquiriendo más, evitando así la pérdida de tiempo y dinero.

3 nube 8. f. *Inform*. Espacio de almacenamiento y procesamiento de datos y archivos ubicado en internet, al que puede acceder el usuario desde cualquier dispositivo. Drae)

Hoy en día internet se ha convertido en la red casi omnipresente, la disponibilidad en línea de todo tipo de contenido que tiene el usuario es casi ilimitada, además, los tiempos en los cuales esos contenidos están disponibles es casi instantáneo (Mercado, 2011).

Sin embargo, esos contenidos, actualmente, están disponibles porque han sido subidos⁴ y actualizados por usuarios reales: personas; y estos contenidos son consumidos por usuarios también reales. Sin embargo, el IoT rompe con este paradigma y busca la conectividad y disponibilidad de contenidos entre *cosas-usuarios* y/o *cosas-cosas*. Es basándose en esta premisa que los sistemas del IoT buscan que los propios sistemas o dispositivos electrónicos (cosas) generen contenido en internet para ser consumido por usuarios, sean estas personas o dispositivos electrónicos.

El IoT es un área aplicada de los sistemas embebidos electrónicos, cuyo objetivo principal es el uso del internet como medio de comunicación de estos sistemas entre sí, esto para intercambio de información sobre su estado de funcionamiento sin necesidad de intervención de un usuario humano (Gustafson, 2014), por lo que el IoT es un área aplicada que busca desarrollar circuitos electrónicos que permitan la conexión de internet a dispositivos o aparatos, con el objetivo de que estos puedan intercambiar datos con otros usuarios de internet (Vega, 2014).

Implementación del sistema de IoT

Técnicamente existen dos opciones para permitir que un aparato, dispositivo, máquina, etc., pueda estar conectado a internet e intercambiar datos con otros usuarios. La primera es incluir, en el diseño primario y en la fabricación del propio dispositivo, estos circuitos e interfaces que permiten dicha conexión; otra opción es dotar de un circuito externo, posfabricación del dispositivo o máquina, que le brinde la capacidad de comunicación vía internet.

En el caso de esta investigación, se usó la segunda opción, pues el panel solar ya está trabajando y no dispone, de fábrica, de una conexión a internet. Se decidió diseñar un sistema electrónico embebido que se adaptara a la salida de producción de voltaje del panel y que fuera capaz de enviar esta información vía internet a un sitio web para su monitoreo desde cualquier punto con acceso.

Todo el sistema de monitoreo del panel se diseñó en cuatro etapas bien definidas, y son las siguientes:

1. Adquisición de datos de producción del voltaje del panel (*hardware*: sensor electrónico).
2. Interface de procesamiento y conexión a internet (*hardware*: microcontrolador).
3. Plataforma informática en internet, para la colección de estos datos (*software*: servicio de almacenamiento en la nube).
4. Sitio web para la presentación de los datos (*software*: *web hosting* de Google Sites).

⁴ subir 21. tr. *Inform.* colgar (introducir información en una página web, Drae).

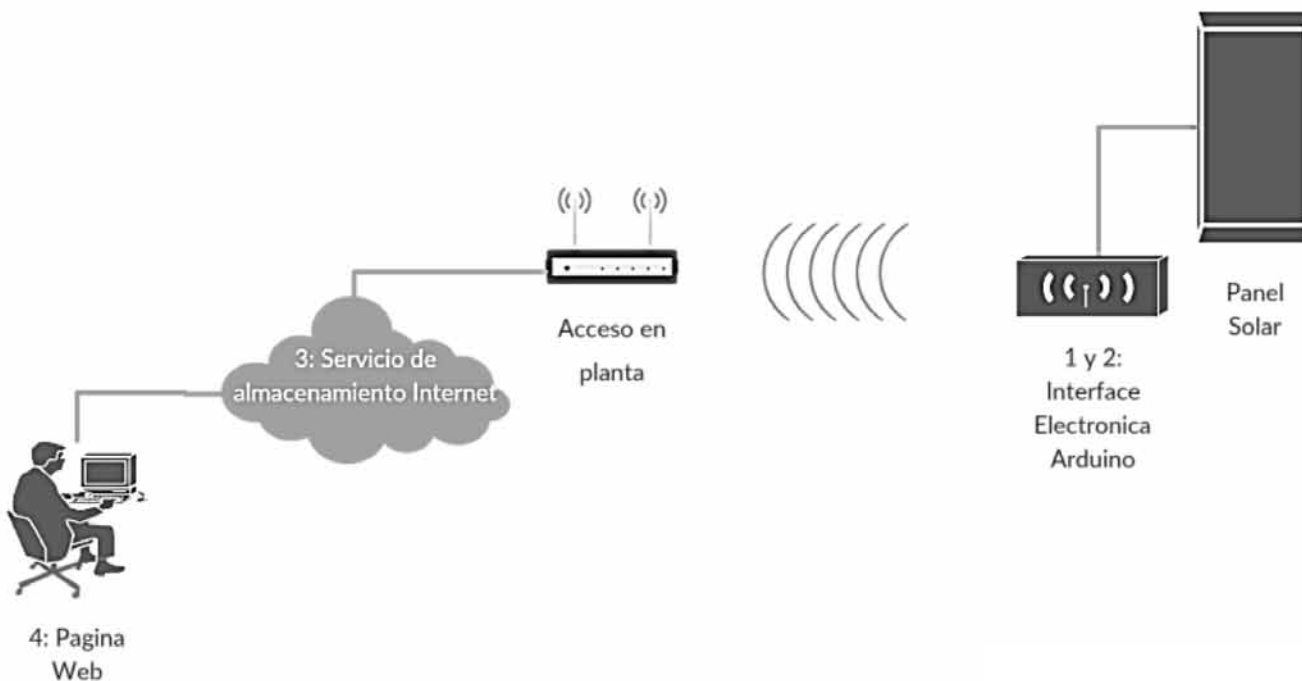


Figura 1
Esquema de bloques que conforman el sistema electrónico informático diseñado

Fuente: Diseño propio.

Herramientas utilizadas

Para la implementación del sistema diseñado se utilizaron las herramientas de última generación y que, a su vez, son de bajo costo, sin dejar de lado los aspectos como la familiaridad y la experiencia con estas.

Para el bloque de Adquisición de datos se utilizó un sensor de voltaje de tipo activo-análogo apto para la medición de voltaje DC en el rango de 1 a 15 voltios, específicamente se usó el sensor con referencia Pow05161p, cuya salida es un nivel de voltaje apto para ser llevado a la siguiente etapa (Adamo, 2015).

En el bloque de Procesamiento y conectividad se utilizó una tarjeta Arduino modelo YUN, la cual incluye un microcontrolador ATmega32u4 junto con un transceptor o módem para conexiones *Wi-Fi* (Gómez, 2015). Además se diseñó un *firmware* en lenguaje Arduino C, para que

la tarjeta cumpliera la función de procesar los datos del sensor y al mismo tiempo realizará enlaces, vía conexión *Wi-Fi*, con el servicio de almacenamiento en internet.

Para implementar el tercer bloque del sistema se utilizó la plataforma Temboo (Temboo, 2016), como servicio en la nube, para el almacenamiento en internet de los datos de voltaje producidos por el sistema de procesamiento y adquisición de datos. Esta plataforma permite la creación de una base de datos y una interface entre estos datos almacenados y la página web destinada a la visualización, además Temboo permite el uso de diversas interfaces de programación de aplicaciones (API, por sus siglas en inglés), de las aplicaciones de los servicios de Google, lo cual es muy beneficioso para el sistemas, ya que la Utec cuenta con la plataforma Google para sus servicios estudiantiles y docentes. El servicio de Temboo se programó en conjunto con la plataforma Arduino para capturar, almacenar y transferir la información a través de la API de Google hacia la última etapa del sistema.

El sitio web para la presentación de los datos de voltaje del panel solar fue diseñado y programado usando la herramienta Google Sites. Como se mencionó anteriormente, se eligió esta opción por ser los servicios que usa la Utec.

El sistema completo fue implementado con éxito en el panel solar del Laboratorio de Electrónica de la Utec. Se programó para generar una medición cada media hora y así poder visualizar cómo cambia su producción de voltaje a lo largo de un día, una semana, una estación, etc.

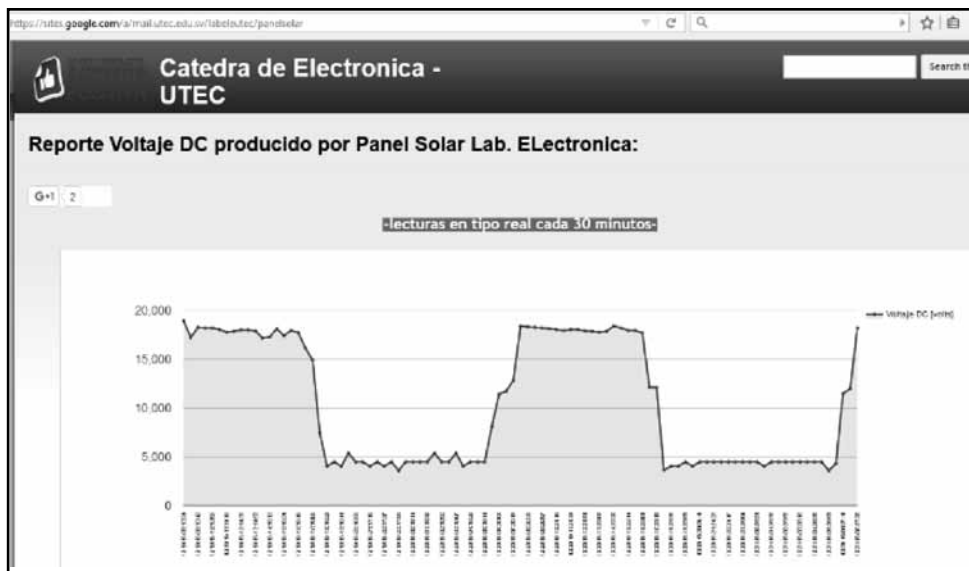


Figura 2

Captura del gráfico de reporte de voltaje producido en un día típico, disponible en el sitio web

Fuente: <https://sites.google.com/a/mail.utec.edu.sv/labeleutec/panelsolar>

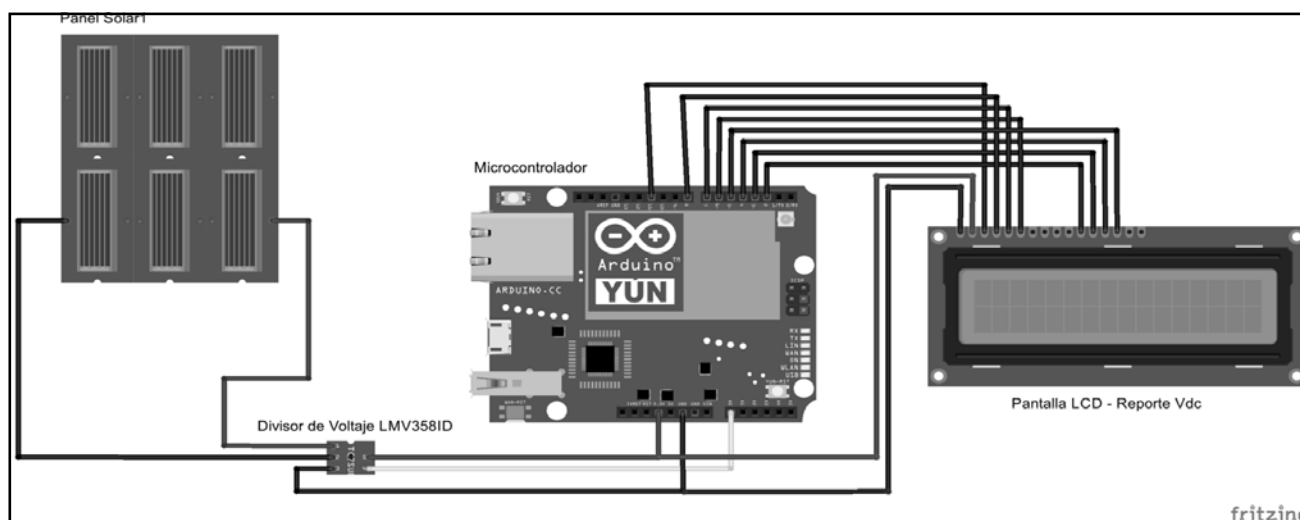


Figura 3

Esquema electrónico de conexión de dispositivo diseñado

Fuente: Diseño propio.



Figura 4

Detalle de la conexión de los componentes del prototipo de monitoreo

Fuente: propia.



Figura 5

Detalle del prototipo de monitoreo (der.) instalado junto a la acometida del panel solar. (Se puede notar el detalle de la pantalla LCD reportando voltaje)

Fuente: Propia.



Figura 6

Detalle del Prototipo de Monitoreo (der.) instalado junto a la acometida del panel solar

Fuente: propia.

Resultados obtenidos y conclusiones

El sistema implementado permite que un usuario que acceda a <https://sites.google.com/a/mail.utec.edu.sv/labeleutec/panelsolar> pueda observar en tiempo real una gráfica con los datos del voltaje producido por el panel solar experimental del Laboratorio de Electrónica de la Utec. Se muestran en la página anterior algunos gráficos y fotografías del sistema electrónico implementado.

En conclusión, el sistema cumple con el objetivo de permitir al panel solar ser monitoreado desde cualquier punto o dispositivo con acceso a internet, con lo cual se ha demostrado que se pueden implementar soluciones electrónicas de este tipo con el objetivo de monitoreo remoto del desempeño de instalaciones similares a la estudiada en esta investigación. Además se abre la posibilidad de realizar más investigaciones dentro del campo de los sistemas electrónicos embebidos en aplicaciones en el área del IoT.

Los autores agradecen las contribuciones de la Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social, al Decanato de la Facultad de Informática y Ciencias Aplicadas y a la Dirección de la escuela de Informática de la Utec.

Referencias

- Adamo, F.; Attivissimo, F.; Cavone, G.; Guarnieri Calo Carducci, C., & Lanzolla, A. M.L. (2015, May). "New technologies and perspectives for laboratory practices in Measurement science". In Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), 2015 IEEE International (pp. 1-6). IEEE.
- Cegarra Sánchez, J. (2004). *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Madrid, Díaz de Santos.
- Gómez Reina, G.A.; Vélez, C., & Michael, R. (2015). "Telecontrol Domótico de Casa de campo".
- Gustafson, S., & Sheth, A. (2014). *Web of Things. Computing Now*, 7(3).
- Mercado, G.; Diedrichs, A., & Aguirre, M. (2011). The Wireless Embedded Internet. *Annals of CASE*.
- Temboo, I. (2016). "Temboo". Obtenido de <https://temboo.com/>
- Vega, A.M.; Santamaría, F., & Rivas, E. (2014). "Internet de los objetos empleando arduino para la gestión eléctrica domiciliaria". *Revista EAN* (77), 24-40.

Realidad Aumentada en la educación

Bladimir Díaz-Campos¹

Docente hora-clase Utec

bladimir.diaz@mail.utec.edu.sv

Recibido: 08/03/2016 – Aceptado: 06/04/2016

Resumen

El uso de las tecnologías en la vida diaria se vuelve cada vez más necesario. La educación sobre todo en los jóvenes, el uso de las tecnologías rivaliza mucho por la atención tanto dentro como fuera del salón de clases compitiendo por el tiempo invertido para la adecuada comprensión y aprendizaje. Una de esas tecnologías que está ganando terreno es la Realidad Aumentada, la cual al contrario de la realidad virtual, define sobre los objetos reales objetos digitales creados por computadora. En la actualidad en el mercado existe una infinidad de soluciones que involucran a la Realidad Aumentada, entre las más conocidas está la de la publicidad, por lo que adentrarse a este mundo y sobre todo para la educación, conlleva a una serie de cuestionamientos y adecuaciones necesarias de la tecnología para esta rama en particular.

Palabras clave

Realidad Aumentada, educación, Android, dispositivos móviles.

Abstract

The use of technology in our daily lives, it becomes increasingly necessary. Education and especially for young people, use technology is rivaling much attention both in the classroom and outside of them competing for the invested for a proper understanding and learning time. One of those technologies that is gaining ground is Augmented Reality, which unlike virtual reality, defined on real objects digital objects created by computers, now and in the market there exists a myriad of solutions involving Augmented Reality, among the best known is the advertising, so enter this world and especially for education leads to a series of questions and adaptations of technology for this particular branch.

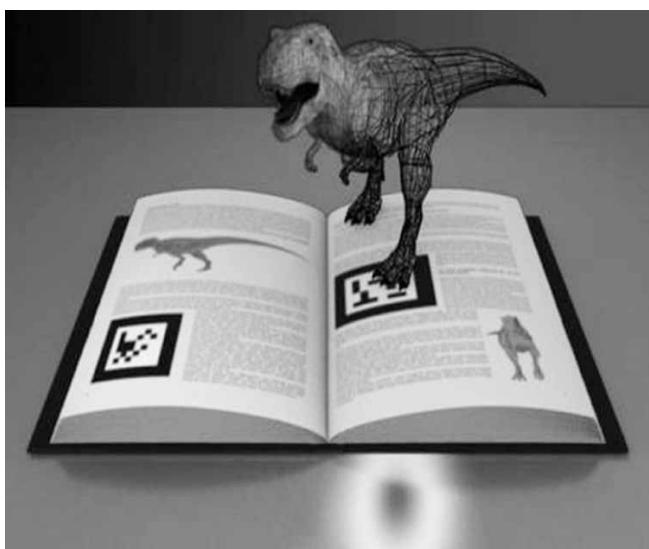
Keywords

Augmented reality, education, Android, mobile devices.

¹ Ingeniero en Sistemas de Información y máster en Computación, actualmente se desempeña como docente de Programación y Bases de Datos en la Utec.

Realidad Aumentada en la educación

La educación también está empezando a sacar provecho de las aplicaciones móviles (*apps*) y de la Realidad Aumentada (RA). Tanto para profesores como para alumnos, las *apps* educativas de RA pueden proporcionar herramientas de aprendizaje muy entretenidas y útiles, explotando el componente visual como su máximo atractivo, utilizando animaciones y vídeos. Por ejemplo, la RA cobra gran importancia en las materias que requieren una dimensión más práctica, como la Física y la Química.



De esta manera, es de vital importancia que en el ámbito educacional sea impulsado por la tecnología y una manera de impacto es desarrollar una aplicación en un entorno de RA en donde la enseñanza para los niños es más importante y atractiva que los juegos de violencia actuales, ya que estos crean perturbación en la enseñanza y no fundamentan ningún avance para su educación y mucho menos para el futuro de nuestro país.

El objetivo principal del proyecto es crear la aplicación *Collage Kid's* y que esta sea funcional tanto para docentes como para estudiantes. Para lograr la obtención de este objetivo es imprescindible investigar acerca de la tecnología que se empleará y gestionar eficientemente el proyecto en sus diferentes fases.

A nivel de grupo, el objetivo es mediante los conocimientos adquiridos previamente sobre RA, poder ser capaces

de gestionar correctamente el proyecto, mejorar los conocimientos en el desarrollo de aplicaciones sobre RA para plataforma Android y toda la tecnología relacionada con el proyecto.

Método

Diseño y tipo de investigación

Esta actividad está orientada a utilizar los dispositivos móviles a través de la *app* Aurasma, para que los niños de 4 a 6 años comiencen a identificar los sonidos y las grafías de las letras del alfabeto, teniendo como objetivos los siguientes:

- Despertar en los niños el interés por el aprendizaje de la lectoescritura
- Vivencia con la articulación de los sonidos de las letras
- Desarrollar la memoria y la creatividad.
- Diferenciar la letra de otras representaciones gráficas.
- Utilizar una buena articulación para los diferentes sonidos.
- Mejorar la percepción y la discriminación auditiva.
- Iniciarse en la utilización de los dispositivos móviles y tabletas con sistema operativo Android para el aprendizaje de la lectoescritura.

Al inicio del proyecto se va presentando tanto la grafía como el sonido y el gesto de las letras, partiendo del nombre del encargado y de la fecha del día.

Se presentan todas las letras, de la A a la Z. En un primer momento son letras sueltas, pero poco a poco los niños van representando las letras de su nombre; y al escribirlas todas, una al lado de la otra, ya hay niños que se dan cuenta de que lo que hemos escrito es el nombre de la maestra.

Grabamos a los *peques* realizando el sonido y gesto de las letras y creamos RA con la página web de Aurasma.

En la esquina de las letras hemos colocado la tableta y los móviles; todas las letras que genera la RA, en papel *bond*, con el nombre y la foto de la clase. Allí se dirige el maestro del día junto con el responsable del día anterior.

Al principio solo les interesa ver las letras que ellos han hecho, así que enfocan una y otra vez su letra... Poco a poco va pasando a enfocar diferente letra.

Participantes, universo y muestra

Los participantes son niños de 4 a 6 años, como personas en las cuales se enfoca primordialmente la aplicación.

Como segunda parte interesada están los docentes, que son el apoyo de estos niños en su proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para poder realizar la encuesta a los niños y ver su grado de interés en la aplicación, se llevó a cabo la siguiente encuesta.

Instrumento

1. ¿Posee un *smartphone*, una *tablet* o *iPad*?



Frecuencia	Respuesta
6	No
52	Sí

ANÁLISIS. En los resultados podemos ver en esta pregunta, un 90 % de las personas entrevistadas dijo que sí posee un *smartphone*, una *tablet* o un *iPad*, mientras un 10 % dijo que no. Con esto se concluye que la mayoría de personas poseen uno de estos.

2. ¿Ha escuchado sobre Realidad Aumentada?



Frecuencia	Respuesta
13	No
40	Sí
1	NR

ANÁLISIS. En los resultados podemos ver en esta pregunta, un 75 % de las personas entrevistadas dijo que no conocen de la tecnología; un 25 % dijo no saber nada de ella.

3. ¿Conoce de alguna aplicación en la que se utilice Realidad Aumentada?



Frecuencia	Respuesta
52	No
6	Sí

ANÁLISIS. En los resultados podemos ver en esta pregunta, un 90 % de las personas entrevistadas dijo que no conoce ninguna aplicación sobre Realidad Aumentada y un 10 % dijo no saber nada de ella.

4. ¿Puede utilizar adecuadamente las aplicaciones Android?



Frecuencia	Respuesta
14	No
43	Sí
1	NR

ANÁLISIS. En esta pregunta un 75 % de la muestra dijo que sí sabe utilizar las *app* Android, mientras un 25 % dijo que no. Con esto confirmamos que la mayoría puede usar adecuadamente las *app* Android.

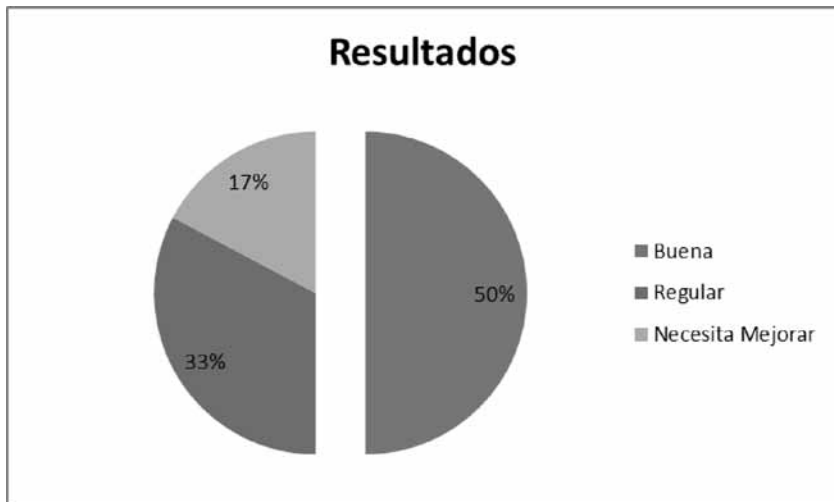
5. ¿Le sería útil probar una aplicación que le muestre el aprendizaje de lenguaje?



Frecuencia	Respuesta
19	No
39	Sí

ANÁLISIS. En los resultados podemos observar en esta pregunta, un 67 % de la muestra dijo que sí sería útil probar dicha *app*, mientras un 33 % dijo que no. Con esto tenemos que la mayoría de los entrevistados eran estudiantes.

6. ¿Cómo valorarías la aplicación?



Frecuencia	Respuesta
29	Buena
19	Regular
10	Necesita Mejorar

ANÁLISIS. En esta pregunta un 50 % dijo que valoraría dicha *app* como buena; un 33 % dijo que la valoraría como regular; mientras que un 17 % dijo que debe de mejorar. En conclusión, la mayoría de entrevistados valora en un rango de buena dicha *app*.

7. ¿Recomendarías esta aplicación a tus amigos?



Frecuencia	Respuesta
43	Si
14	No
1	NR

ANÁLISIS. Como respuesta a la última pregunta, los datos obtenidos dicen que un 75 % recomendaría esta *app*, mientras que un 25% dijo que no. Con esto se concluye que la *app* sería recomendada por la muestra.

Resultados

Con esta *app* se espera que muchas escuelas e instituciones la puedan tomar como un material didáctico muy útil, según sea la enseñanza.

La aplicabilidad en la cual se basa más en la *app* es su uso cotidiano, en el cual no solo puede ser tomada como una herramienta, sino como un material didáctico que se utilizó ampliamente como una motivación para

desarrollar herramientas de enseñanza académicas y de una amplia comprensión de cualquier tema que se trate, de la siguiente forma:

- Estrictamente los resultados, evidenciando cada aspecto.
- Pueden colocarse tablas o figuras, así como análisis.

También en este apartado se pueden incluir tablas o figuras, toda vez que reflejen los resultados.

Tabla 1
Datos Sociodemográfico

	M (SD)	A	B	C	D	E	F
Color	1.53 (.50)		.07	-.09	.02	.14	.06
Género	31.88 (10.29)			.08	.19*	.20*	.01
Ingresos	2.60 (1.57)				.04	-.14	-.09
Nivel Esc.	3.44 (1.06)					-.29*	-.06
Religión	1.21 (.30)						-.19*
Dist. Intol.	3.75 (1.19)						

Discusión/conclusión

Conforme se va desarrollando la globalización y se generan nuevas tecnologías, es necesario tener la información en tiempo oportuno; y una de estas tecnologías en auge son los dispositivos móviles. Con ellos se puede tener acceso a internet y a las diversas aplicaciones que proporcionan sus sistemas operativos.

Nuestra *app* ayudará a los estudiantes a tener más y mejor apoyo en su aprendizaje y para la memorización de diferentes temas educativos, lo que será muy beneficioso para los alumnos, para que ya no tengan el paradigma de que los celulares y las aplicaciones son, más que todo, para el ocio, aplicando tecnologías recientes y de mayor visualización, para que el estudiante tenga una mayor interacción para el aprendizaje.

El *software* educativo servirá como apoyo a las actividades de un estudiante en la escuela o instituto, que evidenciará un cambio favorable en el sistema educativo del país, pues es una alternativa válida que ofrece al usuario un ambiente propicio para la construcción del conocimiento.

El diseño de la aplicación educativa facilitará el aprendizaje sobre la identificación de fórmulas previa a una actividad.

En este trabajo la informática debe ser aplicada obligatoriamente en un contexto educativo; el desconocimiento de las teorías que le dan sentido en el más claro ejemplo de ignorancia en cuanto a falta de cultura informática en la actualidad.

Referencias

- Hewlett Packard Development Company (2016). "Get Started". Recuperado de <https://www.aurasma.com/>
- Mocholí, A. (2014). YeePLY. "Claves y herramientas para desarrollar aplicaciones móviles de Realidad Aumentada". Recuperado de <https://www.yeeply.com/blog/developar-aplicaciones-moviles-de-realidad-aumentada/>
- Molinero, R. (2014). "Hablando en las nubes". Recuperado de <http://hablandoenlasnubes.blogspot.com.es/2014/06/6-apps-para-empezar-usar-la-realidad.html>
- Navarro, C. (2013). "Palabras azules. Las letras con Realidad Aumentada". Recuperado de <http://elmarescolorazul.blogspot.com/2013/11/las-letras-con-realidad-aumentada.html>
- Definición ABC. Diccionario en línea. Recuperado de <http://www.definicionabc.com/comunicacion>

Aproximación preliminar al impacto socioeconómico de los sistemas de captación de agua de lluvias en El Salvador

Pablo Aramendi-Goitia¹

Mondragón Unibertsitatea
Programa Gipuzkoarrak Munduan Trebatzen
pablo.aramendi@utec.edu.sv

Lisette Cristalina Canales-Marroquín de Ramírez²

Decana de la Facultad de Ciencias Empresariales Utec
lisette.canales@utec.edu.sv

Marco Antonio Aguilar-Flores³

Docente Utec
marco.aguilar@utec.edu.sv

Recibido: 12/01/2016 – Aprobado: 25/03/2016

Resumen

Existen varios proyectos de instalación de sistemas de captación de agua de lluvias en El Salvador. Tras su instalación, el impacto socioeconómico de dichos sistemas no ha sido debidamente evaluado. El presente estudio, mediante una aproximación cualitativa, pretende realizar una evaluación preliminar del impacto socioeconómico de dichos sistemas, para que en un futuro se puedan implementar metodologías de recogida de datos cuantitativos y así realizar una correcta evaluación del impacto socioeconómico de los futuros proyectos de captación de agua de lluvias en El Salvador.

Palabras clave

Captación agua de lluvias, evaluación del impacto socioeconómico, El Salvador.

Abstract

Several projects have promoted the installation of rain water harvesting systems in El Salvador, but after the implementation, none of them have passed a proper socioeconomic impact assessment. The aim of this study is to apply a qualitative approach to make a preliminary socioeconomic impact assessment and promote the collection of proper quantitative data on future projects. Therefore, to promote the proper socioeconomic impact evaluation, on future projects of rain water harvesting systems implementation in El Salvador.

Keywords

Rain water harvesting, socioeconomic impact assessment, El Salvador.

1 Mondragón Unibertsitatea - Programa Gipuzkoarrak Munduan Trebatzen.

2 Decana de la Facultad de Ciencias Empresariales Universidad Tecnológica de El Salvador (Utec).

3 Docente Universidad Tecnológica de El Salvador (Utec)

Agradecimientos

La presente investigación no hubiese sido posible sin la ayuda ofrecida por el Fondo Ambiental de El Salvador (Fonaes), la Agencia Española de Cooperación (AECID) y el Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL), tres entidades que nos han recibido con los brazos abiertos y nos han ayudado tanto en el diseño de la metodología como en la planificación del trabajo de campo. Han contribuido con su experiencia a que los investigadores se familiarizaran con la situación en la que se encuentran los proyectos de captación de agua de lluvias en El Salvador, realizando además interesantes sugerencias sobre el enfoque que debiera tener esta investigación preliminar. Asimismo, han mostrado interés por dar continuidad al proyecto. Por todo ello, el equipo de investigación se muestra agradecido.

Asimismo, ha sido ejemplar la implicación de los ayuntamientos, cuyos municipios se han visitado (Comasagua, Santa Ana y San Miguel), en la realización del trabajo de campo. En todos los casos el equipo de investigación ha sido acompañado por uno o varios miembros del personal municipal, facilitando sobremanera la realización del trabajo realizado.

Por último, ha sido indispensable la implicación de la Utec, que como institución ha puesto a disposición del equipo de investigación todos los recursos materiales y humanos de que disponía. Merecen un reconocimiento especial al licenciado Marco Aguilar y el alumno Marvin Josué Flamenco Cortez, así como los diferentes motoristas que nos acompañaron en las salidas a campo por su colaboración en la realización del trabajo realizado.

Introducción

El acceso a fuentes de agua apta para el consumo humano, pese a los avances en la materia, se antoja como un bien escaso en El Salvador. Dicha problemática, ha derivado en diversos impactos de índole socioeconómica y ambiental, comprometiendo a su vez el grado de bienestar de la población (PNUD, 2014; Digestyc, 2011).

Las características pluviométricas particulares de la región (con un marcado período de lluvias, acompañado de otro en el que las precipitaciones son inexistentes), condiciona

sobremanera la capacidad de captar, regular y almacenar los aportes de agua, haciendo más complicada la gestión de un recurso indispensable para el desarrollo nacional (PNUD, 2009).

Las problemáticas asociadas a la gestión de dicho recurso abarcan un amplio abanico de impactos al medio, tales como los cambios de usos de suelos derivados de los procesos de urbanización, los vertidos, depósito de sólidos urbanos en las cuencas, etc. (Prisma, 2001).

Por todo ello, se vuelve indispensable la promoción de una gestión que aborde de manera integral la problemática asociada al agua en El Salvador.

Ciertamente, desde que dicha problemática quedara patente en los años setenta, ha habido un buen número de iniciativas que han procurado crear un marco jurídico-administrativo adecuado, para que dicha gestión integral del recurso se convierta en realidad. No obstante, las diversas iniciativas se han encontrado con diferentes obstáculos y no han cumplido la totalidad de sus objetivos (Prisma, 2001).

Así, en la actualidad, nos encontramos en una situación en la que la gestión integral de los recursos hídricos parece ser un propósito muy presente en el ideario socio político. Sin embargo, no se atisba la posibilidad de que la acuciante necesidad de la creación de un ente que aborde de manera integral la problemática llegue a concretarse en el corto plazo.

Por ello, ante este aparente estado de inacción a escala nacional, las iniciativas que aporten una solución parcial a la escasez en el acceso al agua potable cobran, si cabe, una mayor notoriedad. Dichas iniciativas, si bien no aportan una solución a gran escala, resultan de vital importancia para promover la mejora de condiciones sociales y ambientales a escala local y regional (Funde, 2009).

La presente investigación se centra en la evaluación del impacto (tanto en términos sociales como económicos) que ha supuesto la implementación de los sistemas de captación de agua de lluvias en El Salvador. Dichos sistemas, siendo una de esas iniciativas de incidencia local previamente mencionadas, no suponen una solución definitiva a la

problemática nacional, pero sí una mejora sustancial para las comunidades afectadas.

Sin embargo, el grado de mejora derivado de la instalación de dichos sistemas de captación de agua de lluvias, no ha sido cuantificado debidamente. Si bien las diversas iniciativas de implementación incorporan un estudio básico que atañe a las características socioeconómicas de la población intervenida, así como una evaluación del proyecto de instalación, resulta interesante realizar un estudio que aborde de una manera más extensa y pormenorizada la evaluación del impacto de dichas intervenciones.

La hipótesis de partida que se baraja, plantea que las comunidades intervenidas se han visto beneficiadas por la instalación de los sistemas de captación de agua de lluvias, ya que pasan de una situación en la que no tenían acceso a una fuente de agua potable, o este acceso era deficiente, a una situación en la que poseen una fuente de agua potable en sus viviendas. Asimismo, se entiende que dicha accesibilidad al agua potable ha repercutido en beneficios indirectos, tales como la disminución de enfermedades derivadas del consumo de agua en mal estado, o el aumento en la disponibilidad de tiempo en el núcleo familiar. Dado que se desconoce el alcance que puedan tener los sistemas de captación de agua de lluvias en estos aspectos, la aproximación que se ha realizado es cualitativa, ya que pretende ser un estudio prospectivo para servir de base a futuras evaluaciones más sistematizadas y representativas.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que, aunque el estudio pretende ser una aproximación prospectiva para obtener una perspectiva general de la situación y así poder realizar recomendaciones para una evaluación cuantitativa, estadísticamente representativa y comparable en el futuro, es recomendable no obviar las características circunstanciales que pudieran alterar los resultados del sondeo realizado. Así pues, aunque la hipótesis de partida entiende que por lo general los sistemas habrán aportado beneficios en los aspectos anteriormente descritos, estos resultados pueden verse alterados por la baja cuantía de precipitaciones que se está dando en la presente estación húmeda.

Por todo ello, se han determinado los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluación preliminar del impacto socioeconómico de los sistemas de captación de agua de lluvias en El Salvador, para así poder determinar la idoneidad de estos, así como hacer recomendaciones para futuros proyectos de implementación de dichos sistemas.

Objetivos específicos

- Determinar el aumento en el nivel de acceso a fuentes de agua potable de las comunidades intervenidas.
- Determinar el ahorro en costos derivados de enfermedades hidrotansmisibles.
- Determinar el aumento en la disponibilidad del tiempo experimentado por la población intervenida.
- Evaluar el grado de asociación derivado del proyecto de captación de agua de lluvias en las comunidades intervenidas.

Marco teórico

El marco teórico en el que se sustenta el presente estudio, se estructura de la siguiente manera: primero se desarrolla el concepto del *derecho al agua*, así como su implicación en El Salvador. Posteriormente se aborda la *gestión integrada de recursos hídricos*, como concepto comúnmente aceptado en las esferas internacionales. Por último, se pasa a evaluar el papel de los sistemas de captación de agua de lluvias para paliar las carencias del sistema de gestión de recursos hídricos actual, así como las experiencias con dichos dispositivos en El Salvador.

Derecho al agua

El 28 de julio de 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas decidió, mediante la resolución 64/292, reconocer explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento. Dicha resolución viene a reafirmar que el acceso al agua limpia y potable, así como a sistemas de saneamiento, son esenciales para el correcto desarrollo de los derechos

humanos. Asimismo, reconoce de forma explícita un derecho que de facto ya se exigía a través de diferentes normativas internacionales.

Antes de dicho reconocimiento explícito, mediante el decreto 64/292, existía una amplia normativa internacional, así como diversos tratados que establecían obligaciones específicas referidas al acceso al agua potable. De esta forma, los países habían de asegurar el acceso al agua para que cada persona pudiera satisfacer sus necesidades básicas para el uso personal y doméstico. Así quedó plasmado, por ejemplo, en la Conferencia las Naciones Unidas sobre Agua que se celebró en Mar del Plata, Argentina, en 1977 (CARI, 2009), así como en el Programa 21 (cap. 18), fruto de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrado en Río de Janeiro, Brasil, en 1992.

No obstante, este reconocimiento explícito, junto con la incorporación de la necesidad de abordar el acceso al agua y al saneamiento entre los Objetivos del Milenio de las Naciones Unidas (Objetivo 7, Meta 7C), otorga una mayor notoriedad internacional a la consecución de dichas metas.

Respecto a la realidad nacional de El Salvador, el derecho explícito al agua y al saneamiento aprobado por las Naciones Unidas aún no ha sido ratificado, aunque bien es cierto de que se trata de un tema muy presente en el ideario político. Asimismo, la adhesión a otros tratados internacionales, previamente descritos, obliga en cierta manera a El Salvador a trabajar en aras de promover el acceso al agua potable y su saneamiento.

La gestión integrada

La problemática asociada a la gestión de los recursos hídricos, ha generado múltiples debates a escala internacional. En la actualidad es comúnmente aceptado que la gestión de los recursos hídricos se ha de hacer de forma integral. Es decir, teniendo en cuenta todos los aspectos y elementos que afecten directa o indirectamente al recurso, y abordándolos de una forma integradora y transversal (ONU Agua, 2008).

Por tanto, la gestión integrada de los recursos hídricos aborda desde diferentes perspectivas de forma integradora, promoviendo así la sostenibilidad ambiental, la eficiencia

económica y la equidad social, resolviendo a su vez los conflictos entre los usuarios y el medio ambiente (GWP, 2008).

Las características físicas, así como otras variables, son parámetros que varían de una región a otra o de un país a otro. Por ello, cada iniciativa ha de adaptarse a las características locales.

Las características climáticas particulares de El Salvador, con un marcado período de lluvias intensas y otro de sequía, hacen que la gestión de los recursos hídricos tenga que lidiar con unas cantidades ingentes de agua durante una época del año, resultando más complicado que en otros países la implementación de grandes infraestructuras hidráulicas como las presas (PNUD, 2009).

Dado el deficiente servicio de acceso al agua potable que existe en varias localidades salvadoreñas (principalmente localizadas en áreas rurales), los sistemas de captación de agua de lluvias se han antojado como mecanismos muy válidos para "recolectar" el agua de lluvias en la época lluviosa y almacenarla en grandes depósitos de agua para su uso en la época seca.

Captación de agua de lluvias en El Salvador

Como solución parcial y local de la acuciante problemática en materia de acceso al agua que impera en El Salvador, los sistemas de captación de agua de lluvias se antojan como una solución plausible. De hecho, son sistemas que se han adoptado en muchísimos países y pueden formar parte de un buen sistema de manejo integral de aguas (König and Sperfeld, 2007).

La implantación de estos sistemas de captación de agua de lluvias se ha realizado por diversos motivos, adaptándose a la casuística particular de cada país. De este modo, se puede hacer una distinción entre los siguientes dos grupos de países:

El primer grupo, serían aquellos países que aun teniendo unas infraestructuras de aguas adecuadas deciden optar por estos sistemas de captación de agua de lluvias para ahorrar costos, como medida preventiva de inundaciones

en áreas urbanas, para usos agrícolas, etc. Suelen usarse de forma combinada con la infraestructura hidráulica ya existente, para así mejorar las prestaciones. Japón, Australia, Alemania, Bélgica, Dinamarca, Suiza y Austria son algunos de los países que han optado por estos sistemas para complementar los sistemas de abastecimiento ya existentes.

Por otro lado, se puede definir un segundo grupo de países en los que la implantación de estos sistemas de captación de agua de lluvias se ha realizado sin el desarrollo previo de una infraestructura de aguas adecuada. Son principalmente países en vías de desarrollo o recientemente industrializados que pretenden, principalmente, suplir las deficiencias de la red hídrica existente, aunque también se potencia su uso para la agricultura y la prevención de inundaciones en áreas urbanas (König and Sperfeld, 2007).

El caso de El Salvador quedaría recogido dentro de este segundo grupo de países, ya que las iniciativas que se han llevado a cabo en los términos territoriales salvadoreños principalmente se han realizado en zonas rurales donde no existían infraestructuras hídricas básicas para suplir las demandas hídricas de la población local. La mayoría de los proyectos llevados a cabo se han dirigido a suplir las necesidades básicas de agua potable, y han dejado de lado el suministro de agua para usos de limpieza e higiene.

Dado que no existe un registro nacional en el que se especifiquen las iniciativas de implementación de sistemas de captación de agua de lluvias en el territorio nacional, se ha optado por hablar con diferentes entidades implicadas en materia de aguas, para así poder recopilar las diferentes iniciativas realizadas a escala nacional. Seguidamente se expondrán las experiencias sobre las que se ha obtenido información, pero es posible que falte alguna iniciativa que se haya escapado a los autores de este trabajo.

Por un lado existen los proyectos impulsados por el Fonaes, entre los que se encuentra el programa Techo y Agua. Una iniciativa que se desarrolló junto con la agencia de cooperación francesa Agencia Francesa de Desarrollo y como resultado de unos acuerdos bilaterales entre Francia y El Salvador (ver Anexo I).

El proyecto se puso en marcha en el año 2004 y ha buscado la colaboración de entidades locales, como ONG, los gobiernos municipales, etc., para la consecución de los proyectos. Según describe el propio Fonaes en su página web, "el sistema consiste en la instalación de dos tanques de 5m³ cada uno y una superficie que sirve para recolectar agua (techo de la vivienda). El agua recolectada es canalizada hasta los tanques, de donde pasa a los filtros para ser potabilizada y apta para el consumo humano". Asimismo, "el objetivo general del Proyecto Techo y Agua es contribuir a aumentar la cobertura del servicio de agua potable en comunidades pobres y vulnerables del área rural remotas de El Salvador, fortaleciendo la sostenibilidad del recurso hídrico y adaptación al cambio climático". El proyecto se compone tanto de sistemas de captación individuales como colectivos.

Siguiendo el mismo patrón, pero en esta ocasión con financiación proveniente de una empresa privada como Coca-Cola, el Fonaes puso en marcha un segundo programa de implementación de sistemas de captación de agua de lluvias al que llamó *Agua del cielo para mi escuela*. Tanto el programa "Techo y Agua" como el Programa "Agua del cielo para mi escuela" no contemplaron la realización de un estudio microbiológico de las aguas para el consumo (Rodríguez et al., 2009).

Por otro lado, también existe la experiencia promovida por la AECID junto con la Asociación Coordinadora Indígena y Campesina de Agro Forestería Comunitaria de Centroamérica. Financiado por el Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento, se promovió la implementación de 2.600 sistemas de captación de agua de lluvias en El Salvador, Honduras, Nicaragua y Guatemala. Asimismo, también se trabajó en otros aspectos como la potenciación de sistemas de organización social, para la gestión adecuada del recurso, el desarrollo de materiales educativos, etc.

La Universidad Tecnológica de El Salvador (Utec) también diseñó un sistema de captación de aguas lluvias (denominado Catdall), que suministró agua para consumo humano y otros usos en el Centro Escolar Manguera, en Guatajiagua, departamento de Morazán, lugar donde el acceso a la red hídrica es deficiente. El proyecto incluyó un

estudio de la calidad microbiológica del agua. Este proyecto se implementó y abasteció de agua a estudiantes y docentes (Rodríguez et al., 2009).

Es posible que existan más proyectos de implementación de sistemas de captación de agua de lluvias en El Salvador, pero la ausencia de un registro y la deficiente información que existe sobre el tema complica sobremedida el acceso a dicha información.

Metodología

Respecto a la metodología por la que se ha optado para la consecución de los objetivos establecidos en este trabajo, se ha pretendido combinar la información cuantitativa derivada de los datos recogidos por instituciones oficiales, como el Ministerio de Salud de El Salvador (Minsal) o el Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL), con la información cualitativa obtenida por los investigadores mediante metodologías de sondeo de opinión. Se pretendía tomar como referencias estudios de similares características realizados en países cercanos, como por ejemplo, México (Chacón & Leal, 2006) y Bolivia (Hueso, 2007).

Sin embargo, los datos recogidos por las instituciones mencionadas se manejan a escala municipal, una escala territorial mucho mayor que la trabajada a nivel cualitativo. Por tanto, las comparativas carecían de sentido.

Así que, a falta de estadísticas oficiales a escala de caserío o cantón, se ha planteado un cuestionario (ver Anexo II) en el que se pretende obtener información de carácter cualitativo sobre los siguientes temas:

- Aumento en el acceso al agua potable.
- Dado que las fuentes de agua disponibles no eran aptas para el consumo humano, muchas familias optaban por comprar agua mineral. Por ello, se pretende cuantificar la reducción en los costos derivados de la compra de agua mineral.
- Dado la distancia a la que se encuentran las fuentes de agua que se utilizaban previamente a la intervención, se pretende evaluar el aumento en la disponibilidad de tiempo libre que han experimentado las comunidades intervenidas.

- En relación con el aumento de la disponibilidad de tiempo libre, se pretende saber si ha habido un aumento de ingresos en el núcleo familiar, dado que se supera el costo de oportunidad que suponía el hecho de tener que invertir tiempo en la obtención de agua.
- El trabajo de recolección del agua recaía, principalmente, sobre las mujeres y los niños, por lo que se pretende conocer los cambios que ha supuesto la instalación de un sistema de captación de agua de lluvia en términos de trabajo infantil, escolarización de menores y problemáticas de género.
- Para contrastar los datos del Minsal con la percepción de la población intervenida, se pregunta por la disminución de enfermedades derivadas del consumo de agua contaminada.
- También se recogen impresiones de las comunidades intervenidas sobre la gestión y el mantenimiento mancomunal de los sistemas instalados. Se pretende saber si se crearon asociaciones para tal fin, si se responsabilizaron asociaciones ya existentes o si no se ha llevado a cabo una gestión comunal de dichas instalaciones.

Puesto que la aproximación por la que se ha optado es la cualitativa, y, por ende, el cuestionario no pretende obtener resultados que vayan a ser objeto de estudios estadísticos posteriores, sino que su objeto es meramente prospectivo, se ha decidido que la mejor opción es realizar una serie de entrevistas semiestructuradas. Este tipo de entrevista ofrecen la flexibilidad suficiente para que las personas entrevistadas tengan libertad de expresar sus opiniones e inquietudes de una forma menos restringida que en un cuestionario cerrado (siendo muy conveniente para un estudio prospectivo), pero, a su vez, asegura que el entrevistado sea cuestionado sobre todos los temas de interés previamente definidos.

En lo que a la representatividad estadística se refiere, la realización del trabajo de campo, así como la disponibilidad de tiempo para la realización de este. Por ello, se decidió entrevistar a cuantas comunidades fue posible en tres departamentos: La Libertad, Santa Ana y San Miguel. Aunque, si bien es cierto que sería recomendable visitar más comunidades en otros departamentos, así como buscar que las comunidades entrevistadas sean estadísticamente

representativas, se asume que las entrevistas realizadas en este estudio cumplen con suficiencia la labor prospectiva bajo la que se plantea esta investigación.

Resultados

Se han realizado un total de 18 entrevistas semiestructuradas en tres departamentos del país (La Libertad, Santa Ana y San Miguel), realizando 6 entrevistas por departamento.

Se ha entrevistado un total de 18 núcleos familiares en los que el número de miembros ha variado en un amplio rango, desde núcleos de solo 3 personas a núcleos de hasta 10 miembros. En promedio, el tamaño más habitual de los núcleos familiares ha sido el constituido por familias de 6 miembros (ver Anexo III).

Asimismo, las familias entrevistadas llevaban un número dispar de años con el sistema de captación de agua de lluvias en funcionamiento, moviéndose este en un rango de 1 a 11 años de funcionamiento, siendo lo más habitual que dichos sistemas hubiesen estado funcionando por aproximadamente 5 años.

La gran mayoría de los entrevistados se mostraban, en general, satisfechos con el funcionamiento del sistema de captación de agua de lluvias, ya que este les permitía tener acceso a una fuente de agua cercana y evitaba o reducía la cantidad de trayectos que se debían realizar a otras fuentes de agua. En los casos en los que no se mostraban tan satisfechos, esto se debía a que la cantidad de agua que se recogía mediante el sistema no era suficiente para satisfacer las necesidades de las familias, bien porque el número de miembros de la unidad familiar era demasiado grande y necesitaba un mayor almacenaje, o bien porque la superficie de captación del techo no era lo suficientemente grande para llenar los depósitos de forma satisfactoria.

La escasez de lluvia de el año 2015 repercutió bastante en el buen funcionamiento de los sistemas de captación de agua de lluvias, y salvo las familias más pequeñas, o aquellas que conseguían reducir al mínimo sus gastos de agua, la mayoría de las familias han experimentado dificultades para gestionar de forma eficiente los recursos hídricos derivados del sistema de captación. Por ello, más de una familia se ha

visto obligada (puntualmente) a complementar los recursos del sistema de captación de agua de lluvias con otras fuentes, como manantiales o agua comprada.

Antes de la instalación de los sistemas de captación de agua de lluvias, la principal fuente de agua potable solía ser manantiales situados a distancias bastante largas de las viviendas, suponiendo un trayecto de ida que se movía en un rango de 10 minutos a 1.5 horas caminando, realizando varios viajes diarios (hasta seis), suponiendo un tiempo invertido en la recogida de agua que oscilaba entre los 30 minutos y las 6 horas diarias. Hubo algún caso excepcional que declaró realizar trayectos de 2 horas en coche cada cierto tiempo. También hubo varias familias que declararon no recoger agua por la falta de manantiales cercanos, viéndose obligadas a comprar el agua en fincas cercanas. Casi todos los manantiales que se usasen para tal fin se encontraban contaminados en un mayor o menor grado.

Muchas de las familias se veían obligadas a comprar el agua, bien por la inexistencia de una fuente de agua cercana o bien por su alto grado de contaminación. El gasto diario realizado por dichas familias oscila entre los 90 centavos de dólar diarios, aunque existen casos excepcionales en los que ese gasto se incrementa hasta los 4 dólares diarios. Dicha fluctuación en el gasto corriente en agua se debe, por un lado, al tamaño de la unidad familiar (a mayor número de miembros, mayor gasto), y por otro, a la disponibilidad de agua para tareas de limpieza doméstica (además de no disponer de agua para el consumo humano, existen familias que no tienen acceso a ninguna fuente de agua para este tipo de uso doméstico). Además, hubo alguna familia que declaró tener que entrar a escondidas en propiedades ajenas para hacer uso de manantiales privados, dado que no disponían de otra forma de obtener agua.

En lo que a los filtros de cerámica se refiere, la mayoría de sistemas que han operado durante unos pocos años ya no tienen un filtro operativo, por lo que muchas de las familias necesitarían un filtro nuevo. Bien sea por el precio o por la disponibilidad, una vez roto el filtro, las familias no llegan a reponerlo (solo uno de los casos estudiados lo ha repuesto), y, por tanto, el sistema de captación de agua de lluvias no cumple con el funcionamiento para el que fue diseñado.

Aunque, si bien es cierto que los sistemas de captación de lluvias no han conseguido que todas las familias dejen de hacer trayectos a los manantiales o que dejen de comprar agua, han reducido la cantidad de viajes, así como el número de compras realizadas. Es difícil cuantificar el ahorro de tiempo que han supuesto dichos sistemas, ya que dicho ahorro varía en función de la intensidad de lluvias, entre otras variables, pero en general la reducción del tiempo invertido ha sido considerable. Además ha habido familias que han podido suplir todas sus necesidades hídricas mediante los sistemas de captación de agua de lluvias.

Por lo general, el tiempo ahorrado no repercutía en las horas dedicadas al trabajo remunerado, puesto que las familias, antes de tener acceso a la tecnología de captación de agua de lluvias, procuraban conciliar la vida laboral con la recogida de agua. Por ello, el tiempo ahorrado repercute sobre todo en la realización de tareas domésticas y en el tiempo libre. Unos pocos casos reportaron una mayor disponibilidad de tiempo por parte de los niños a la hora de realizar tareas escolares; y también hubo alguna familia que declaró que dedicaba ese tiempo a cultivos domésticos, de los que posteriormente obtenía un beneficio de unos 4 dólares semanales.

Respecto a la implicación de distintos miembros de la familia en el proceso de recogida de agua, aunque en algunos casos las respuestas afirmaban que todos los miembros de la familia participaban, en muchos la responsabilidad recaía sobre las mujeres y los niños de la casa, ya que pasaban más tiempo en esta.

En relación con las enfermedades hidrottransmisibles, no se ha cumplido la hipótesis de la que partía la investigación, ya que la mayoría de las familias entrevistadas no han notado diferencia alguna en la incidencia de dichas enfermedades. No obstante, ha ayudado a reducir otro tipo de incidencias sanitarias no contempladas en la hipótesis inicial, tales como algunas enfermedades vectoriales (dengue y chikunguña), así como traumatismos por caídas en los trayectos en los que se acarrea agua. Las estadísticas del Minsal no han ayudado a confirmar estas impresiones, ya que las estadísticas reflejan la situación a escala de municipio, y no existen datos a escala de cantón o caserío, por lo que, cualquier correlación que se diera

con lo aquí expuesto, no tendría por qué responder a dicha causalidad.

Discusión

• Acceso al agua

De las entrevistas realizadas se concluye que el impacto que los sistemas de captación de agua de lluvias han tenido sobre las familias intervenidas ha sido, por lo general, positivo. Las familias han valorado de forma muy positiva el impacto que estos sistemas han tenido sobre su vida diaria, ya que les supone, además de un ahorro de tiempo y dinero, una cierta garantía de que van a tener disponibilidad de agua en épocas en las que el régimen de lluvias se ve reducido de una forma drástica.

No obstante, varias de las familias entrevistadas han declarado que el uso que le dan al agua almacenada mediante el sistema de captación de agua de lluvias no es el de consumo humano, tal y como habían planteado los promotores del proyecto, sino que la usan para las labores domésticas, mientras siguen consumiendo agua de los manantiales cercanos o comprándola a terceros. La principal razón para que esto se esté dando puede radicar en el hecho de que los filtros, al cabo de unos años, se estropeen y no se repongan. Parece ser que, en algunos casos, las familias se sienten más seguras de consumir el agua de otras fuentes, ya que al estar la de los tanques de almacenaje estancada, opinan que supone un mayor riesgo para la salud.

Sería realmente interesante que se promoviera la reposición de los filtros, dado que en muchos de los sistemas ya dejaron de funcionar y los usuarios no tienen capacidad de reponerlos. Además, esta podría ser una de las principales razones por la que los usuarios no se fíen del agua acumulada por el sistema de captación de agua de lluvias para su consumo. Sería recomendable que se promovieran programas de reposición de filtros a través de la alcaldía, el Fonaes u otra institución. Asimismo, sería interesante que se promoviera una mayor asociación de los vecinos intervenidos con dichos sistemas de captación, para que la gestión del conjunto de los sistemas se haga de forma más eficiente y barata.

De todos modos, de las entrevistas realizadas se puede deducir que la demanda hídrica de las familias intervenidas no se ve satisfecha en todos los casos, y que sería recomendable que los futuros proyectos tuvieran en cuenta variables como el número de miembros de la unidad familiar a la hora de diseñar el sistema de captación, así como el almacenaje del agua, para así poder dimensionar las características del sistema con las necesidades de la familia en función de su tamaño. Además, dichos sistemas no funcionan como debieran en los años en los cuales la época de lluvia se caracteriza por una pequeña cuantía de precipitaciones, por lo que las familias se ven obligadas a utilizar fuentes alternativas. No obstante, los sistemas de captación de agua de lluvias, si bien no siempre cumplen con todas las prestaciones que se les suponen, son elementos de vital importancia que han supuesto una notable mejora en las condiciones de vida de las familias intervenidas.

• *Enfermedades hidrotransmisibles*

Los testimonios recogidos en entrevistas no reflejan una mejora palpable en la incidencia de enfermedades derivadas del consumo de agua contaminada. Aunque es cierto que algunas de las familias entrevistadas han notado cierta mejoría desde la instalación de los sistemas de captación. Esto puede deberse a las resistencias hacia las enfermedades gastrointestinales que hayan desarrollado los miembros de la unidad familiar, o bien a que las fuentes de agua de las que disponían antes de la instalación de los sistemas de captación de agua de lluvias no presentasen un grado de contaminación tan elevado como se suponía. Esto último parece menos probable, dado que más de una de las familias entrevistadas declaró que diversos estudios técnicos apuntaban a la contaminación de las piletas de las que se proveían de agua.

Lo más destacable en este apartado son los beneficios en materia de salud, que no se contemplaban en la hipótesis de partida de esta investigación y que se han visto reflejados en alguna de las entrevistas realizadas.

Por un lado, parece ser que al reducir el número de trayectos que han de realizar para la recogida de agua, los cuales se realizaban a través de un terreno escarpado, se han reducido

en cierta medida las caídas y otro tipo de percances que pudieran producir traumatismos varios.

Asimismo, las enfermedades vectoriales como la chikunguña han visto reducida su incidencia, ya que, al disponer de un sistema de almacenamiento de agua de lluvias cerrado, las familias acumulan menos agua en recipientes abiertos, reduciendo así la cantidad de nichos reproductivos, y por ende, la probabilidad de infección mediante las picaduras de los mosquitos.

Otro aspecto que se ha de destacar, en el ámbito de la salud, es que con la mayor disponibilidad de agua las familias tienen más posibilidades de cuidar su higiene personal, evitando así la aparición de enfermedades relacionadas con una higiene personal deficiente; hecho destacado por varias familias entrevistadas.

Ante la falta de estadísticas a escala de cantón o caserío, no se ha podido realizar una comparativa con los datos aportados por el Ministerio de Salud, ya que todas las estadísticas están realizadas a escala de municipio, una demarcación territorial demasiado extensa para que la comparativa con las entrevistas en los diferentes caseríos tuviera alguna relevancia.

• *Disponibilidad de tiempo*

Casi todas las familias entrevistadas han reconocido que se han visto beneficiadas con una mayor disponibilidad de tiempo a raíz de la instalación de los sistemas de captación de agua de lluvias. La considerable reducción de trayectos que han de realizar ha repercutido en un mayor tiempo invertido en las tareas del hogar y el tiempo libre, y en unos pocos casos en el trabajo remunerado, ya sea en calidad de asalariados en plantaciones cafetaleras o en el cultivo doméstico de hortalizas para su posterior venta.

Por tanto, salvo en algunos casos aislados, el reducir el coste de oportunidad que suponen los trayectos realizados a manantiales de agua no ha repercutido en gran manera en el trabajo productivo de las familias intervenidas, ya que la mayoría de ellas procuraban conciliar ambos aspectos, para que la recogida de agua no repercutiera en los ingresos familiares.

No obstante, el ahorro de tiempo derivado de la instalación de los sistemas de captación de agua de lluvias ha tenido un impacto muy positivo en el trabajo reproductivo realizado por las familias. Ha aumentado la disponibilidad de tiempo para la realización de tareas domésticas no productivas, que son esenciales para el bienestar de la unidad familiar. Asimismo, ha aumentado la disponibilidad de tiempo libre para el ocio; y en el caso de los menores, aumenta el tiempo que pueden dedicar a sus estudios.

• *Grado de asociación*

En las zonas entrevistadas, no se ha creado ningún órgano asociativo formal o informal que se dedique a evaluar y garantizar el buen funcionamiento de los sistemas de captación de agua de lluvias. En su defecto, se ha optado por aprovechar organizaciones comunales preexistentes, las cuales se pretende que desempeñen esta labor.

En el caso de la renovación de los filtros, se hace patente que hace falta una organización suprafamiliar (UNIDA) para dinamizar las intervenciones de mantenimiento de los sistemas, así como para abaratar costes. A las familias, si se asocian, les es mucho más accesible la tecnología de filtros; y aunque el ahorro no sea muy cuantioso, en familias de pocos recursos puede suponer la diferencia entre poder acceder o no a dicha tecnología

Reflexiones y consideraciones finales

Sería altamente recomendable el dar un seguimiento sistematizado al funcionamiento que tienen los sistemas de captación de aguas de lluvias. El estudio cualitativo aquí presente ha mostrado que, a pesar de que el impacto general que este tipo de sistemas ha tenido sobre la población intervenida ha sido positivo, dichas instalaciones presentan unas carencias que sería recomendable evaluar en profundidad.

Resulta preocupante que haya varias familias que no utilicen el agua de lluvias para el consumo humano, cuando este sería el principal propósito por el que se instalaron dichos sistemas. Esto podría deberse a un deficiente conocimiento de cómo funcionan los sistemas de captación de agua de lluvias por parte de los usuarios, y una posible solución

radicaría en acompañar los proyectos de instalación de sistemas de captación con cursos o talleres de capacitación para los usuarios.

Por otro lado, un seguimiento sistematizado aportaría datos cuantitativos de la incidencia de problemas de dicha índole, pudiendo sacar relaciones estadísticas y así evaluar el grado de incidencia de dichas problemáticas. Para ello, sería positivo que el Fonaes, o alguna de las entidades promotoras del proyecto, impulsara la realización de evaluaciones esporádicas de las comunidades intervenidas. Podría tratarse de una herramienta simple, tipo test, que cuestionara a las familias sobre las problemáticas expuestas por este estudio, así como otro tipo de cuestiones que fueran de interés.

Parece necesario realizar alguna acción para solventar el problema de la reposición de los filtros. El presente estudio refleja de forma clara que la gran mayoría de las familias no reponen los filtros una vez se han roto, por lo que el sistema de captación de agua de lluvias deja de funcionar al expirar la vida útil de los filtros. Sería positivo que se impulsasen programas para hacer más accesibles estos filtros, de forma que no suponga un gran esfuerzo económico para las familias que se vean obligadas a reponerlos.

Otro aspecto que se debe destacar es la inaccesibilidad a dicha tecnología. Resulta complicado para un usuario estándar conseguirla; y solo mediante proyectos de desarrollo como los que se mencionan en este estudio es posible obtenerla. Es necesario que las entidades como el Fonaes, que sufragan proyectos de este tipo, pudieran poner a disposición del ciudadano medio este tipo de tecnología, de forma que cualquiera pudiese usarla siempre que costee los gastos.

Para la parte cuantitativa del estudio, se ha querido tener en cuenta los datos de acceso al agua potable aportados por el FISDL. De esta forma, se pretendía evaluar el aumento en el acceso al agua potable que han experimentado las comunidades intervenidas, a partir de lo que reflejan las estadísticas oficiales que son manejadas por las instituciones gubernamentales. Al no haber datos oficiales a escala de caserío o cantón, no ha sido posible cotejar los datos recabados en esta investigación, por lo que sería

recomendable que el FISDL promoviera, en un futuro, un mayor desglose de sus estadísticas.

Asimismo, se ha querido estudiar el registro del Minsal en lo referente a las enfermedades derivadas del uso de aguas no aptas para el consumo humano. De esta forma, en base a los registros oficiales, se pretendía cuantificar la reducción de dichas enfermedades en las comunidades intervenidas desde el momento en que se instalaron los sistemas de captación de agua de lluvias. Sin embargo, hemos encontrado con la misma problemática que en anterior punto, por lo que la recomendación de desglosar estadísticas también se extendería al Minsal.

Referencias

- CARI, 2009. "Los foros del agua. Desde Mar de Plata a Estambul". 1977-2009. Consejo Argentino para las Relaciones Internacionales. Disponible el 25/09/2015 en http://www.aida-waterlaw.org/PDF/Foros_del_Agua_libro.pdf
- Chacón Castillo, J.M., & Leal Ascencio, M.T. (2006). "Impacto socioeconómico por las enfermedades hidrotransmisibles en el estado de Morelos, México. Rescatando antiguos principios para los nuevos desafíos del milenio" (pp. 1-7). AIDIS. Disponible el 25/09/2015 en http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/MX02124_Chacon_Castillo.pdf
- Digestyc, 2011. Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2011. Disponible el 25/09/2015 en http://www.digestyc.gob.sv/phocadownload/DIVISION_DE_ESTADISTICAS_SOCIALES/Publicacion_EHPM_2011.pdf
- GWP (2008). "Principios de gestión integrada de los recursos hídricos. Bases para el desarrollo de planes nacionales". Global Water Partnership Central America. Disponible el 25/09/2015 en http://www.gwp.org/Global/GWP-CAM_Files/Bases%20para%20el%20Desarrollo%20de%20Planes%20Nacionales.pdf
- Funde (2009). "Política de agua: ampliación de la cobertura gestión descentralizada del agua institucionalización del pago de servicios ambientales". Usaid. Disponible el 25/09/2015 en <http://www.repo.funde.org/65/1/LIBROS-59.pdf>
- Hueso, A. (2007). "Estudio sobre el impacto social, económico y ambiental de pequeñas centrales hidroeléctricas implantadas en comunidades rurales de La Paz, Bolivia". Proyecto de Grado. Universidad Politécnica de Valencia.
- König, Klaus W. and Sperfeld Dietmar (2007). "Rainwater Harvesting – A global issue matures". Fachvereinigung Betriebsund Regenwassernutzung e.V. Disponible el 25/09/2015 en http://www.fbr.de/fileadmin/user_upload/files/Englische_Seite/Rainwater_Harvesting_A_Global_Issue_Matures.pdf
- ONU (1992). Programa 21. Conferencia Río de Janeiro 1992. Organización de las Naciones Unidas. Disponible el 25/09/2015 en <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21sptoc.htm>
- ONU-Agua (2008). "Status Report on Integrated Water Resources Management and Water Efficiency Plans". Organización de las Naciones Unidas. Disponible el 25/09/2015 en http://www.unwater.org/downloads/UNW_Status_Report_IWRM.pdf
- PNUD (2009). "Perfil climático de El Salvador". Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. Disponible el 25/09/2015 en file:///C:/Users/pablo.aramendi/Downloads/Perfil_climatico_El_Salvador03.pdf
- PNUD (2014). "Tercer Informe de Avances de los Objetivos de Desarrollo del Milenio – El Salvador". Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Disponible el 25/09/2015 en http://www.sv.undp.org/content/el_salvador/es/home/library/mdg/undp_sv_tercerinformeodm/
- PRISMA (2001). "Los desafíos del agua y la reforma del sector hídrico en El Salvador: La respuesta institucional. Programa salvadoreño de investigación sobre desarrollo y medio ambiente". Disponible el 25/09/2015 en http://www.prisma.org.sv/uploads/media/bol42_acceso_al_agua_potable_en_ESV.pdf
- Resolución 64/292 de la Asamblea General de las Naciones Unidas "El derecho al agua y al saneamiento" A/RES/64/292 (28 de julio de 2010). Disponible el 25/09/2015 en http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S
- Rodríguez Loucel, Rafael; Badía Serra, Eduardo; Luis Porras, José; Edmundo Viera, Roberto; Ruth Orantes, Blanca & Cristina Vidal, Ana (2010). "Modelo de aprovechamiento de aguas lluvias en zonas de pobreza extrema". (Investigación desarrollada bajo el convenio Fies-Utec, 2008-2009). Revista *entorno* n.º 45, pp. 38-43. Disponible el 25/09/2015 en <http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/296/1/56236.pdf>

ANEXO I. Esquema del sistema de captación del programa "Techo y Agua"



Potabilización de agua

Existen **otros métodos** a parte de la aplicación de cloro que pueden ayudar a mejorar la calidad del agua:



Hervir el agua mata agentes patógenos como virus, hongos y bacterias pero sólo es práctico a escala familiar.



La purificación solar es bastante práctico para tratar pequeñas cantidades de agua.



FILTRON o Filtros de cerámica con plata coloidal
Púlsa para más información



Filtros de Arena

Ilustración 1. Esquema del funcionamiento de un sistema de captación de agua de lluvias. Se establece un mecanismo para captar, canalizar y almacenar el agua de lluvias. Posteriormente, se utilizan diversos métodos de depuración, tales como la ebullición del agua de lluvia, el tratamiento con cloro o los filtros. En el proyecto de la Fonaes se ha optado principalmente por los filtros de cerámica Filtron.

ANEXO II. Cuestionario utilizado en el trabajo de campo

n.º de entrevista:			
Fecha: / /			
Departamento:	Municipio:	Cantón:	Caserío:
n.º de individuos en la unidad familiar:			
n.º de hombres:	n.º de mujeres:	n.º de niños:	

Bloque de preguntas sobre el acceso al agua

- ¿Cuál era la fuente de agua de la que disponía su familia antes de la instalación del sistema de captación de agua de lluvias?
- ¿Cuánto tiempo hace desde que dispone de un sistema de captación de agua de lluvias?
- En general, ¿está usted satisfecho con los resultados de la instalación de dicho sistema? ¿Suple sus necesidades básicas de consumo?
- ¿Ha notado una disminución en la cuantía de precipitaciones en los últimos años? En caso de que así fuera, ¿diría que dicha disminución ha comprometido el buen funcionamiento del sistema de captación de agua de lluvias?
- ¿Cómo se organiza para dar mantenimiento al sistema de captación? ¿Han desarrollado algún sistema de gestión comunal de dicho recurso? ¿Diría que el mantenimiento que se le está dando al sistema es satisfactorio? ¿Quiénes participan en dichos órganos de decisión?

Bloque de los costos derivados y del costo de oportunidad

- Antes de la instalación de dicho sistema, ¿invertía usted en la compra de agua embotellada? Si así fuera, ¿cuánto, aproximadamente? ¿Diría que ha disminuido la cantidad destinada a tal fin?

- ¿Quién tomaba las decisiones de ámbito económico con relación al agua de consumo?
- ¿Qué miembro(s) de la unidad familiar se encargaba(n) de obtener el agua antes de la instalación del sistema de captación de agua de lluvias?
- ¿Aproximadamente cuánto tiempo dedicaba y qué distancia recorría para la obtención de agua?

Si son niños: ¿En qué invierte el tiempo que antes invertía en obtener el agua para el núcleo familiar? ¿Ha afectado sus estudios de alguna forma?

- ¿Diría que el tiempo que se ahorran en obtener agua ha supuesto un beneficio económico o de fuerza de trabajo (costo de oportunidad) al núcleo familiar?

Bloque dedicado a enfermedades

- ¿Ha notado alguna variación en la incidencia de enfermedades hidrotansmitibles (diarreas, enfermedades gastrointestinales, problemáticas renales, etc.)?
- Cuando se presentan síntomas de dichas enfermedades, ¿usted acude al centro médico correspondiente o por el contrario se automedica?
- En caso de variación, ¿diría que ha afectado su asistencia al centro de trabajo o los días que dedica a trabajar?

ANEXO III. Tabla con la información sobre las familias entrevistadas

Familia	Municipio	Cantón	Caserío	Hombres	Mujeres	Niños	Niñas
1	Comasagua	Conacaste	Violeta/Arcoiris	1	1	0	1
2	Comasagua	Conacaste	Violeta/Arcoiris	1	1	1	2
3	Comasagua	Conacaste	Arcoiris	1	1	5	2
4	Comasagua	Conacaste	Arcoiris	1	1	2	0
5	Comasagua	Conacaste	San Rafael/Tronconal	1	1	5	3
6	Comasagua	Conacaste	San Rafael/Tronconal	1	1	2	4
7	Santa Ana	Flor Amarilla y Ochupse Arriba	Chamul	1	1	1	2
8	Santa Ana	Flor Amarilla y Ochupse Arriba	Hill	3	2	1	0
9	Santa Ana	Flor Amarilla y Ochupse Arriba	Medina	1	1	2	2
10	Santa Ana	Flor Amarilla y Ochupse Arriba	Carlote	1	3	2	0
11	Santa Ana	Flor Amarilla y Ochupse Arriba	Peñate	2	1	0	1
12	Santa Ana	Flor Amarilla y Ochupse Arriba	Cruz Verde	1	3	2	0
13	San Miguel	El Volcán	La Mascota	1	1	2	0
14	San Miguel	El Volcán	La Mascota	2	4	0	0
15	San Miguel	El Volcán	La Polvosa	2	4	1	0
16	San Miguel	El Volcán	La Polvosa	1	4	0	0
17	San Miguel	El Volcán	El Carreto	2	2	2	2
18	San Miguel	El Volcán	El Carreto	1	2	0	0

Tabla 1: Relación de las familias entrevistadas.

Fuente: Creación propia.

La tecnología como factor de competitividad – recientes indicadores internacionales de desempeño

Claudia María Rodríguez-Argueta¹
Investigadora asociada Utec
crodarg@gmail.com

Recibido: 05/05/2016 – Aprobado: 18/05/2016

Resumen

Ante la vertiginosidad de los avances tecnológicos, los procesos de investigación, desarrollo e innovación desempeñan un papel trascendental para las industrias salvadoreñas como factor de competitividad internacional; sin embargo, El Salvador es uno de los países a escala mundial que menos invierte en investigación y desarrollo (I&D) en relación con la producción nacional. Otro indicador que visibiliza la brecha existente en el país en los temas de ciencia, tecnología e innovación es el rezago en el número de artículos en publicaciones científicas y técnicas.

Por otro lado, a escala global, se vislumbran tendencias económicas que infieren algunas ventanas de oportunidad, tales como la denominada *cuarta revolución industrial-digital*, en la cual las tecnologías de la información y comunicación jugarán un papel clave en la productividad y competitividad de las industrias y el comercio, así como en el desarrollo de nuevas actividades productivas de mayor intensidad tecnológica.

Abstract

Under rapid technological advances, the processes of research, development and innovation play a crucial role for Salvadoran industries as a factor of international competitiveness; however, El Salvador is one of the world economies with the least investment on research and development (R&D) in relation to GDP. Another indicator that makes perceptible the country's gap on science, technology and innovation is the lag in the number of articles in scientific and technical publications.

On the other hand, globally, an economic trend and potential opportunity is the so-called fourth industrial-digital revolution; in which, the information and communication technologies (ICT) will play a key role in the productivity and competitiveness of many sectors, as well as in the development of new activities of greater technological intensity. In the *Network Readiness Index* 2015 of the World Economic Forum, El Salvador upgraded its world ranking by escalating from the 93th position to the 80th

¹ Investigadora asociada Utec.

En el Índice Global de Tecnología de la Información 2015, del Foro Económico Mundial, El Salvador mejoró su *ranking* mundial, pasando de la posición 93 a la 80; entre 143 países evaluados. Empero, se deberán ir mejorando las condiciones claves en este índice, tales como el acceso a internet en la población, para ir reduciendo la brecha digital a escala nacional, así como la necesidad de una mayor inversión en I&D en los sectores empresarial y académico y, paralelamente, la implementación de nuevas políticas de desarrollo para ir fortaleciendo la economía digital y la sociedad del conocimiento, que conlleven hacia una transformación productiva en el país.

Palabras clave

Ciencia, tecnología, innovación, competitividad, investigación y desarrollo

among 143 countries. However, the key terms in this index such as Internet access in the population, to reduce the digital gap should improve. As well as, the need for greater investment in R&D in the business and academic sectors and, at the same time, the need of renovated public policies to strengthen the digital economy and the knowledge society that could lead to a productive transformation in El Salvador.

Keywords

Science, technology, innovation, competitiveness, research and development

En la actualidad, existen diversos factores de cambio que afectan y seguirán impactando de forma estructural las actividades productivas a nivel mundial, entre los principales destacan:

1. La fragmentación, la especialización y la relocalización de las cadenas globales de producción.
2. La reducción de los costos de transporte y de comunicación (incluyendo la asequibilidad de las tecnologías de la información y comunicación) que permiten una mayor y mejor interacción de las empresas en el comercio internacional.
3. Los nuevos modelos de negocios que surgen a raíz de los rápidos cambios tecnológicos.

4. Nuevos ámbitos económicos tales como la denominada Cuarta Revolución Industrial – Digital o Industria 4.0²

En este informe abordaremos los últimos tres puntos que refieren a la vertiginosidad de los cambios tecnológicos y como El Salvador podría aprovechar algunas ventanas de oportunidad ante estos factores de cambio. Para ello será importante evaluar diversos indicadores de competitividad relacionados a los temas de ciencia, tecnología e innovación, con el objetivo de identificar brechas en áreas específicas y, desde la perspectiva académica, delinear algunas recomendaciones generales y políticas de desarrollo.

2 Industria 4.0- Es un enfoque innovador para alcanzar nuevos resultados gracias a los avances en la tecnología. Se espera que esta fase de la manufactura impulse cambios fundamentales disruptivos, razón por la que se le llama la cuarta revolución industrial. Su motor es el internet, y está compuesto por varios elementos como *big data analytics*, almacenamiento en la nube, infraestructura de las comunicaciones, Realidad Aumentada, movilidad, robótica e Internet de las cosas (*Internet of Things*), entre otros. Como resultado se obtienen procesos de fabricación más flexibles, mayor control e información en tiempos reales y se facilita la personalización masiva de los productos y servicios, generando mayor valor agregado.

A. ¿Cuánto invertimos en investigación y desarrollo (I&D) en el país?

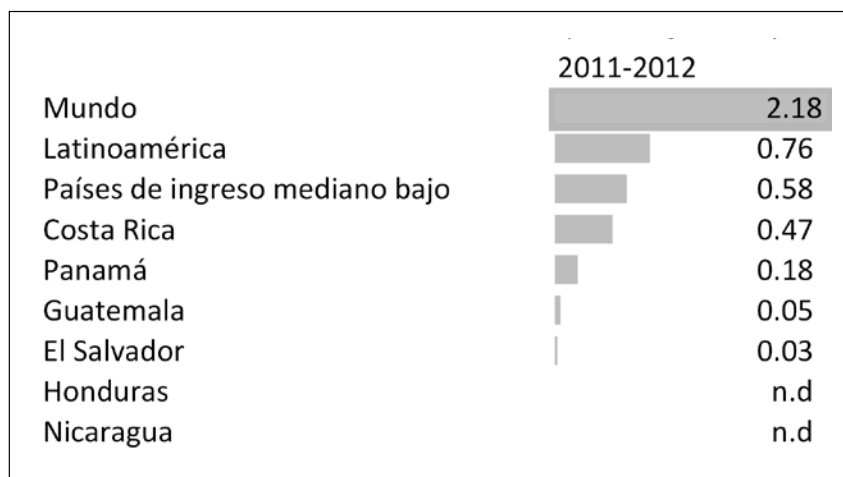
El rápido y cambiante progreso tecnológico conjunto con el dinamismo del comercio mundial implica que el nivel de competitividad de las industrias dependerá, en gran medida, de su habilidad de innovar y de su capacidad de captar y adoptar tecnología. El nuevo entorno competitivo pone fuerte énfasis en las actividades de investigación, desarrollo e innovación (I&D+i), no solo como base del crecimiento económico para los países de ingresos altos; también, se vuelve imperativo para las economías en vías de desarrollo con el fin de incrementar los niveles de eficiencia y, posteriormente, realizar “el salto” hacia la creación de nuevas industrias de mayor intensidad tecnológica.

El Salvador pertenece al grupo de países denominados como “naciones con sistemas incipientes de I&D”, que

incluye también a Nicaragua, Perú, Paraguay, Guatemala, Bolivia, Ecuador, Republica Dominicana y Honduras. Este grupo se caracteriza precisamente porque sus sistemas de I&D se reduce, en forma limitada, a algunas instituciones gubernamentales e Institutos de Educación Superior (IES); la participación del sector empresarial es casi nula en este bloque de países (Altenburg, 2000). En este grupo, los indicadores de gasto en actividades de I&D se encuentran valuados muy por debajo a los índices del promedio mundial.

Por ejemplo, el gasto en I&D³ es un indicador que mide la contribución de actividades de I&D como porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB). Para el periodo 2011-2012, el promedio de gasto en I&D a nivel mundial fue de 2.18 %, y el de los países en desarrollo de América Latina y el Caribe fue de 0.76 %. El Salvador invierte muy por debajo del promedio mundial y regional en I&D en general, 0.03 % versus el 2.18 % y 0.76 % respectivamente.

Gráfico 1. Gasto en I&D – Grupo de países seleccionados 2011-2012 (Porcentaje del PIB)



Fuente: Sistema de Indicadores Utec con base a cifras del Banco Mundial.

Nota: No existen datos disponibles para Nicaragua y Honduras.

³ Los gastos en investigación y desarrollo son gastos corrientes y de capital (público y privado) en trabajo creativo realizado sistemáticamente para incrementar los conocimientos, incluso los conocimientos sobre la humanidad, la cultura y la sociedad, y el uso de los conocimientos para nuevas aplicaciones. El área de investigación y desarrollo abarca la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental (Banco Mundial).

B. Artículos en publicaciones científicas y técnicas

Otro indicador relevante para evaluar el factor de competitividad – ciencia, tecnología e innovación, es el número de artículos difundidos del país en publicaciones científicas y técnicas. Con base a la definición del Banco Mundial, los artículos en publicaciones científicas y técnicas se refieren a la serie de informes científicos y de ingeniería en los siguientes campos: física, biología, química, matemática, medicina clínica, investigación biomédica, ingeniería y tecnología, y ciencias de la tierra y el espacio. Estas publicaciones constituyen el instrumento imprescindible para impulsar la difusión social del conocimiento científico y tecnológico. La edición de revistas científicas en Iberoamérica es un medio para dar a conocer los resultados alcanzados por la investigación que se desarrolla en los países de la

región. Por lo tanto, identificar, preservar, estimular y apoyar aquellas revistas que en cada país conforman el núcleo más selecto de su producción científica es un instrumento de fundamental importancia para fortalecer el proceso de creación de conocimientos, favorecer su difusión social y propiciar una cultura de integración regional (Albornoz, 2006).

Con base a cifras del Banco Mundial, El Salvador ocupa la posición cuarta de los seis países de la región centroamericana en el número de artículos de publicaciones científicas y técnicas. Para el 2013, el número de artículos reconocidos en publicaciones científicas y técnicas sumaron 35 informes en el país; cifra muy por debajo al no. de artículos que publica Costa Rica, la cual asciende a 277.

Gráfico 2. Artículos en publicaciones científicas y técnicas
Grupo de países seleccionados 2013



Fuente: Sistema de Indicadores Utec con base a cifras del Banco Mundial.

Según Albornoz, el fortalecimiento de las publicaciones científicas requiere también el estímulo y apoyo de las instituciones que rigen la política científica y tecnológica del país, así como de las entidades de docencia e investigación correspondientes. Es necesario apoyar a las publicaciones

científicas por medio de un sistema concursable de financiamiento y premios a la calidad editorial y científica. También es imprescindible estimular la coordinación de esfuerzos entre los editores, las instituciones y la propia comunidad científica.

C. Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) como catalizadores del desarrollo

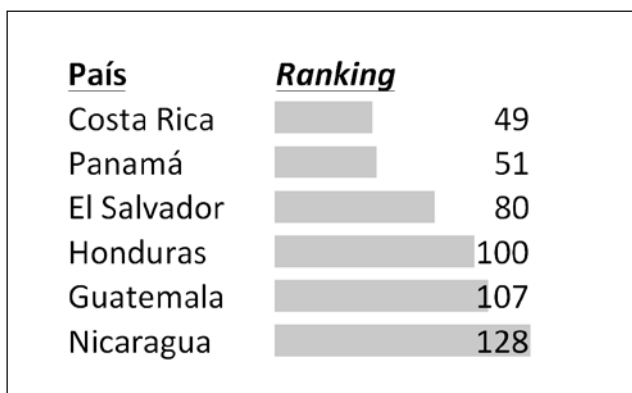
Según un estudio reciente elaborado por la empresa consultora en tecnología *International Data Corporation* (IDC, 2014), el mercado global TIC se encuentra en una fase de cambio denominada la "Tercera Plataforma". Esta nueva fase basada en cuatro pilares: *Cloud Computing*, *Big Data*, *Mobility* y *Social Business*, modificará para siempre el ecosistema empresarial. IDC espera que para el año 2020 las empresas inviertan más del 45 % de su presupuesto de TI en la Tercera Plataforma. Las empresas cada día reconocen la importancia de invertir en soluciones tecnológicas que los acerquen a esta fase, como una estrategia que les permitirá obtener mayor competitividad en los negocios.

IDC infiere que la industria TIC ha evolucionado de una Primera y Segunda Plataforma, que se caracterizaba por una penetración TIC por habitante de menos 10 % de la población. La primera plataforma tecnológica nace durante los años 60, con los primeros sistemas informáticos utilizados por entidades gubernamentales estadounidenses para el procesamiento de información de manera centralizada: los mainframes. Más tarde, en la década de los 80, con la aparición de la PC surge la segunda plataforma. Y en la actualidad, la nueva fase se caracteriza por una penetración TIC de mil millones de usuarios (más del 40 % de la población mundial con acceso) y millones de aplicaciones, data y contenidos digitales desarrollándose día tras día.

Este fenómeno denominado por algunos economistas como una nueva revolución industrial-digital brinda una oportunidad para los países en desarrollo a vincularse a nichos catalizadores del crecimiento económico. Muchas naciones que han identificado las TIC como una industria clave para fomentar el crecimiento económico, y siendo el capital humano el factor crítico de éxito para desarrollar ventajas competitivas en esta industria, están realizando programas y políticas públicas en que interactúan el sector empresarial, las Instituciones de Educación Superior (IES) y el gobierno para implementar las acciones necesarias para el desarrollo de los diferentes factores que componen el eco-sistema TIC.

El Salvador ha logrado progresar sustancialmente en algunos indicadores internacionales de competitividad relacionados a las TIC como lo es el *Network Readiness Index* 2015 del Foro Económico Mundial (FEM); en donde el país avanzó de la posición 93 a la 80 entre 143 países evaluados. El FEM con el Informe Global de Tecnología de la Información (TIC) pretende explorar el impacto de dichas tecnologías en la productividad y el desarrollo de cada país. En este informe se incluye el *Network Readiness Index* (NRI por sus siglas en inglés) que, en los últimos quince años, ha medido el grado en el que las economías de todo el mundo aprovechan las TIC para mejorar su competitividad. Este índice basa su análisis en 10 pilares que le permiten establecer, con base a encuestas de percepción, el grado de preparación tecnológica con el que cuenta un país y, con base en ello, medir la relación existente entre el uso de TIC y su desempeño económico (Ramírez, 2013).

Gráfica 3. Ranking- Network Readiness Index, región centroamericana 2015

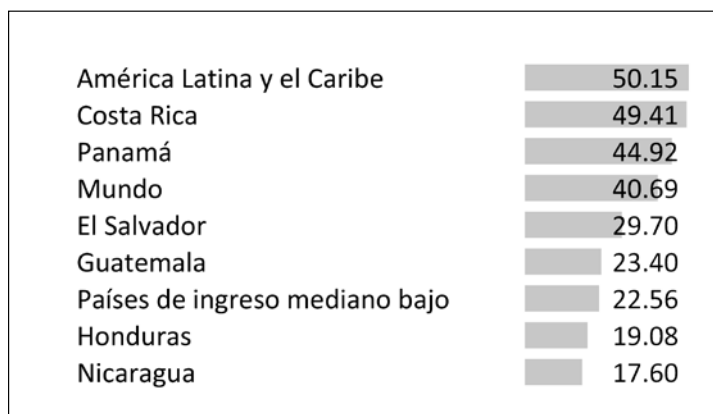


Fuente: Sistema de Indicadores Utec con base a cifras del Foro Económico Mundial.

Sin embargo, el desempeño competitivo TIC, en relación con terceros países, es débil en El Salvador y existe mucho por realizar para aprovechar la denominada economía digital⁴. Por ejemplo, el acceso a internet es muy limitado en el país si la comparamos a las economías pares. A continuación se presenta un comparativo

regional de los usuarios de internet con acceso a la red mundial; este indicador mide el número de usuarios por cada 100 personas por país. En el caso de El Salvador, existe una proporción de 29.70 usuarios por cada 100 personas; cifra muy por debajo del promedio mundial y regional (Ver Gráfica 4).

**Gráfica 4. Usuarios de internet – Comparativo regional - 2014
(por cada 100 personas)**



Fuente: Sistema de Indicadores Utec con base a cifras del Banco Mundial.

Es importante señalar que el nivel de impacto económico de las TIC está en relación a su capacidad de generación de valor en otras actividades económicas y, para ello, es fundamental la transformación productiva de la misma. Reducir la brecha digital en El Salvador debería ser una apuesta-país y una estrategia nacional para su desarrollo económico-social.

D. Hacia una transformación productiva en actividades de mayor intensidad tecnológica

Otro indicador del factor de competitividad en ciencia, tecnología e innovación es la intensidad tecnológica de la producción industrial. En el nuevo entorno, los procesos de industrialización han cambiado respecto a décadas pasadas, dado que la tecnología y el conocimiento juegan un rol vital

en la productividad total de los factores de producción. La mayor dependencia de productos manufactureros con mayor valor tecnológico y ligados con actividades de servicios más sofisticados (ej. diseño, logística, tecnologías de la información, I&D+i) torna al país menos vulnerable ante la competencia internacional.

Actualmente, la industrialización es vista como la especialización de procesos y servicios industriales y tecnológicos más que la fabricación de un producto per se en regiones específicas, en donde la fragmentación e internacionalización de los procesos productivos convierte a la exportación de productos manufacturados en uno de los mejores medios para beneficiarse de la globalización (ONUDI, 2013).

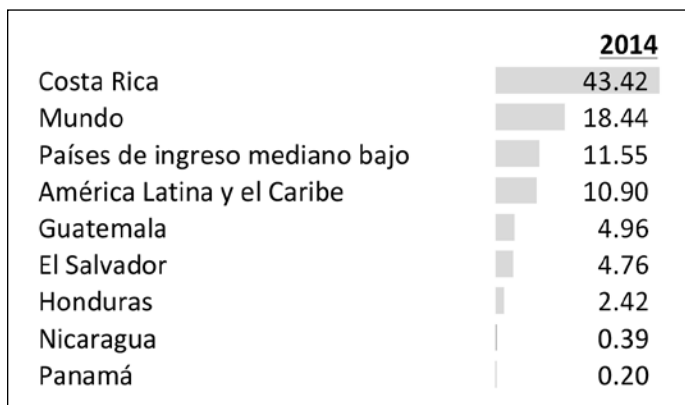
4 Según CEPAL (2013), la economía digital está constituida por la infraestructura de telecomunicaciones, las industrias TIC (*software, hardware* y servicios TIC) y la red de actividades económicas y sociales facilitadas por internet, la computación en la nube (*cloud computing*) y las redes móviles, las sociales y de sensores remotos.

Con base a la definición de la *Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial* (ONUDI), los productos de media y alta intensidad tecnológica requieren de procesos de alto valor agregado dentro de la cadena productiva industrial. Por ejemplo, los productos calificados como de media intensidad tecnológica (MT) requieren de procesos de aprendizaje prolongados, capacidades técnicas y organizaciones, así como la habilidad de manejar procesos intensivos en escala; en cambio, los bienes de alta intensidad tecnológica (AT) requieren de competencias muy avanzadas en innovaciones tecnológicas. Las exportaciones

de productos de alta tecnología son productos altamente intensivos en investigación y desarrollo, como son los productos de las industrias aeroespacial, informática, farmacéutica, de instrumentos científicos y de maquinaria eléctrica.

En la siguiente gráfica 5, se muestra como El Salvador se encuentra por debajo de la media regional y mundial en el porcentaje de las exportaciones de productos manufacturados de alta tecnología, equivalente a 4.76% para el año 2014 según indicadores del Banco Mundial.

Gráfica 5. Exportaciones de productos de alta tecnología, grupo de países seleccionados 2014
(% de las exportaciones de productos manufacturados)



Fuente: Sistema de Indicadores Utec con base a cifras del Banco Mundial.

Es importante que en la actividad productiva en El Salvador se dinamicen la producción de rubros de mayor intensidad tecnológica. Según ONUDI, las actividades de alta intensidad tecnológica son menos vulnerables a la entrada de competidores que las de baja intensidad tecnológica, cuyos requerimientos de escala y capacidades son también menores. Sectores basados en recursos naturales y de baja tecnología constituyen los puntos de entrada de países en desarrollo. Es por esto que en dichos sectores las rentas industriales son más bajas y están más expuestas a la competitividad internacional. Por último, los sectores con alto componente tecnológico ofrecen mayores perspectivas para el aprendizaje y la innovación. Por lo tanto, manteniendo iguales a todos los otros factores, la tecnología posibilita un crecimiento más rápido en las capacidades de mayor calidad.

Algunas recomendaciones:

Algunas de las recomendaciones iniciales para impulsar las áreas de ciencia, tecnología e innovación como factor de competitividad es:

1. Una participación más activa de las IES privadas en la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.
2. Otro factor relevante es una mayor y mejor vinculación de las IES con las empresas para los proyectos de investigación y desarrollo. Es trascendental estimular el acercamiento entre ambas partes con el objetivo de establecer puntos de contacto para identificar necesidades y brindar soluciones tecnológicas a

los sectores productivos a través de una mayor vinculación de las necesidades de I&D de las empresas con las actividades y capacidad instalada de las IES en las áreas de ciencia y tecnología aplicada.

3. Por otro lado, es necesario apoyar las publicaciones científicas por medio de un sistema concursable de financiamiento y premios a la calidad editorial y científica y, a la vez, estimular la coordinación de esfuerzos entre los editores, las instituciones y la propia comunidad científica.

Referencias

- Altenburg, T. (2000), *"Linkages and Spillovers between Transnational Corporations and Small and Medium-Sized Enterprises in Developing Countries, Opportunities and Policies"*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/237493279_Linkages_and_Spillovers_between_Transnational_Corporations_and_Small_and_Medium-Sized_Enterprises_in_Developing_Countries_-_Opportunities_and_Policies
- Gaillard, J. (2010), *Measuring R&D in Developing Countries: Main Characteristics and Implications for the Frascati Manual*. Recuperado de: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-04/010051097.pdf
- UNESCO (2010). *Measuring R&D: Challenges Faced by Developing Countries*. Recuperado de: <http://www.uis.unesco.org/Library/Documents/tech%205-eng.pdf>
- Albornoz, M (2006). *Estrategias para la promoción de las publicaciones científicas argentinas*. Recuperado de: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572006000200012
- Dutta, S., Geiger, T., & Lanvin, B. (Eds.). (2015). *The global information technology report 2015. ICTs for inclusive growth*. Foro Economico Mundial. Recuperado de http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_IT_Report_2015.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (ONUDI, 2013). *The industrial competitiveness of nations: Looking back, forging ahead. Competitive industrial performance report 2012/2013*. Recuperado de: https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/PSD/Competitive_Industrial_Performance_Report_UNIDO_2012_2013.PDF
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (UNIDO, 2015). *The role of technology and innovation in inclusive and sustainable industrial development. Industrial development report 2016*. Recuperado de: https://www.unido.org/fileadmin/user_media_upgrade/Resources/Publications/EBOOK_IDR2016_FULLREPORT.pdf

Implementación de un entorno de aprendizaje virtual integrando herramientas de *e-learning* y CMS

Carlos Antonio Aguirre-Ayala¹
Docente Utec
carlos.aguirre@utec.edu.sv

Marvin Elenilson Hernández-Montoya²
Docente Utec
marvin.hernandez@utec.edu.sv

Recibido: 29/03/2016 – Aprobado: 28/04/2016

Resumen

La investigación tiene como objetivo describir las diferentes plataformas de *e-learning*, así como las soluciones de administradores de contenido (CMS) existentes en el mercado. Asimismo, se implementa un portal virtual integrando Moodle y Joomla a través de una extensión llamada *Joomdle*. Con este tipo de soluciones se podrá proporcionar al usuario mayor facilidad al momento de llevar cursos virtuales.

Palabras clave

Plataformas virtuales, *e-learning*, Moodle, Joomla, CMS, *Joomdle*.

Abstract

The research aims to describe the different platforms of *e-learning* as well as content management solutions (CMS) on the market. Also, a virtual portal integrating Moodle and Joomla through an extension called *Joomdle* is implemented. With this type of solutions you can provide the user with greater ease when carrying virtual courses.

Keywords

Virtual platforms, *e-learning*, Moodle, Joomla, CMS, *Joomdle*.

¹ Docente a tiempo completo en la Universidad Tecnológica de El Salvador (Utec).

² Docente a tiempo completo en la Universidad Tecnológica de El Salvador (Utec).

Introducción

La educación es un pilar fundamental para las sociedades en vías de desarrollo, ya que por medio del conocimiento se obtienen los escenarios reales que se convierten en la fuerza impulsora para la generación de innovación que, a su vez, tiene su origen en la investigación. Gracias a los aportes tecnológicos, las barreras que reducen las posibilidades de acceder a cursos de capacitación y carreras profesionales ahora son menores, ya que los medios en la administración de contenido permiten brindar una serie de servicios enfocados en la oferta de programas curriculares que permiten incrementar el conocimiento y desarrollar competencias en ambientes flexibles de aprendizaje, puesto que no dependen de horarios ni de ubicación física.

Para esta investigación se busca estudiar la plataforma de *e-learning* Moodle y el CMS Joomla, integrando la potencialidad de ambos a través de una extensión llamada *Joomdle*. Muchas instituciones de educación utilizan Moodle para impartir sus cursos virtuales, el cual ofrece una diversidad de opciones que hacen que un curso en esta plataforma sea dinámico y amigable; sin embargo, presenta algunas dificultades por su diseño plano y no muy vistoso, con su integración con Joomla, que es un CMS muy reconocido por su vistosidad y potencia en el manejo de portales corporativos. Esto significará que, al fusionar ambas plataformas, Moodle tendrá todo su potencial en el manejo de cursos virtuales y, a su vez, presentará un entorno amigable y profesional.

Con este trabajo de investigación se busca lo siguiente: a) Identificar las características técnicas de Moodle y Joomla para su instalación. b) Instalar y configurar Moodle y Joomla. c) Instalar y configurar *Joomdle*. d) Implementación del portal virtual.

Con la implementación del portal en Joomla y Moodle el usuario del aula virtual podrá lograr lo siguiente:

- Hacer el sitio web responsivo para cualquier plataforma (dispositivos móviles, PC, laptop, entre otros)
- Tendrá una sola clave de ingreso y facilidad para recuperar su clave si se le olvida.

- Sitio web flexible, liviano y vistoso.
- Podrá visualizar toda la información del portal institucional, dado que ambas plataformas estarán integradas.

La educación del futuro

La revolución tecnológica predispone cambios en todas las esferas de la vida social, entre ellas, en la (ESFERA) de la educación. Según la Cumbre Mundial para la Innovación en Educación (Wise, por sus siglas en inglés), en los próximos 15 años los colegios se convertirán en entornos interactivos y el prototipo de escuela, tal como se conoce hoy, cambiará. La clase magistral desaparecerá y el profesor se convertirá en guía del alumno. Wise considera que el aprendizaje será personalizado, permanente y más caro. Según la investigación publicada en las redes, internet será la principal fuente y el inglés la lengua mayoritaria, y los sistemas educativos de todo el mundo sufrirán grandes modificaciones por la revolución tecnológica (Wise, 2015).

E-learning

El concepto de *e-learning* es una modalidad de enseñanza-aprendizaje que consiste en el diseño, puesta en práctica y evaluación de un curso o plan formativo desarrollado a través de redes de ordenadores; y puede definirse como una educación o formación ofrecida a individuos que están geográficamente dispersos o separados o que interactúan en tiempos diferidos, empleando los recursos informáticos y de telecomunicaciones (Moreira, 2015).

Las plataformas de e-learning

Es un espacio virtual de aprendizaje orientado a facilitar la experiencia de capacitación a distancia, tanto para empresas como para instituciones educativas. Este sistema permite la creación de *aulas virtuales*; en ellas se produce la interacción entre tutores y alumnos, y entre los mismos alumnos; en este se realizan las evaluaciones, el intercambio de archivos, la participación en foros, *chats* y otras herramientas adicionales (E-ABC, 2015).

Las siguientes son las características de una plataforma de *e-learning* (Clarenc, 2013).

- | | |
|--------------------|------------------|
| a) Interactividad | e) Usabilidad |
| b) Flexibilidad | f) Ubicuidad |
| c) Escalabilidad | g) Persuabilidad |
| d) Estandarización | h) Accesibilidad |

Algunas de las plataformas de *e-learning* más utilizadas son las siguientes:

- | | |
|--------------|-----------------|
| a) Dokeos | f) E-doceo |
| b) Ilias | g) WebCT |
| c) Atutor | h) Blackboard |
| d) Moodle | i) Skillfactory |
| e) Claroline | |

Sistemas de administración de contenido (CMS)

Es una aplicación informática utilizada para la creación, edición, administración y publicación de información de una forma fácil, organizada y que no requiere de conocimientos especializados sobre edición digital. Generalmente la interfaz administrativa es sencilla y amigable, permitiendo que cualquier persona pueda administrar sus propios contenidos web sin necesidad de poseer conocimientos técnicos o lenguaje HTML (UNAM, 2015)

Principales ventajas de los CMS (Unam, 2015):

- Organización del sitio web
- Publicación de contenidos
- Escalabilidad e implementación de nuevas funcionalidades
- Administración de usuarios
- Diseño y aspecto estético del sitio
- Navegación y menú
- Administrador de imágenes
- Disposición de módulos modificable
- Automatización en la publicación
- Archivo e historial

- Formatos de lectura
- Comentarios

CMS más utilizados:

- Drupal
- WordPress
- Joomla

Método

La investigación será descriptivo-experimental, se realizará una descripción de las características de los elementos involucrados en la investigación, tales como Joomla, Moodle y Joomla.

Sujetos de estudio

Plataformas Moodle y Joomla.

Instrumentos que se utilizarán para recolección de datos

Análisis documental por medio del cual se buscará obtener información valiosa que ayude a la implementación de un entorno de aprendizaje virtual integrando herramientas de *e-learning* y CMS.

Procedimientos

Lo primero que se realizó fue investigar, en diferentes medios, información relevante sobre los sujetos de estudio, llámense Moodle y Joomla, luego se identificaron características, requerimientos de instalación y todos aquellos aspectos que ayudaran a montar el portal colaborativo. Como siguiente paso se compró el *hosting* y se procedió a instalar Joomla y Moodle. Después de realizada la instalación, se verificó que funcionaran correctamente y se procedió a instalar y configurar Joomla.


Finalizando todo el proceso con la personalización del portal, integrando ambas plataformas Joomla y Moodle en una sola.

Resultados

Instalación de Joomla

Para descargar los archivos de instalación de Joomla, debe visitarse <http://sourceforge.net/projects/moodle-joomla/files/>, que es el sitio oficial del proyecto.

Looking for the latest version? [Download joomla_v1.0.0-for-joomla30-UNZIP-FIRST.zip \(914.7 kB\)](#)

Home 















Name ↕	Modified ↕	Size ↕	Downloads / Week ↕
joomla_v1.0.0-for-joomla30-UNZIP-...	2014-12-16	914.7 kB	16  
joomla-0.95-for-joomla30.zip	2014-02-24	973.8 kB	1  
joomla-0.95-for-joomla25.zip	2014-02-24	969.2 kB	4  
joomla-0.94-for-joomla30.zip	2013-11-22	976.6 kB	1  
joomla-0.94-for-joomla25.zip	2013-11-22	977.7 kB	1  
joomla-0.93-for-joomla30.zip	2013-10-29	970.4 kB	1  
joomla-0.93-for-joomla25.zip	2013-10-29	968.3 kB	1  

Figura 1. Sitio de descarga de Joomla

Fuente: Elaboración propia.

- Se descomprime el archivo descargado y luego se copian las carpetas `auth_joomla` y `enrol_joomla` que se encuentran en la carpeta que se descomprimió; y se copian dentro de las carpetas `auth` y `enrol` que están dentro del directorio de Moodle.





Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
 <code>auth_joomla</code>	04/06/2015 09:55 ...	Carpeta de archivos	
 <code>enrol_joomla</code>	04/06/2015 09:55 ...	Carpeta de archivos	
 <code>auth_joomla.zip</code>	27/02/2015 11:56 a...	Carpeta comprimi...	77 KB
 <code>enrol_joomla.zip</code>	27/02/2015 11:56 a...	Carpeta comprimi...	20 KB

Figura 2. Sitio de descarga de Joomla

Fuente: Elaboración propia.

- Se abre Moodle, como administrador, desde el URL <http://localhost/moodle/admin/>

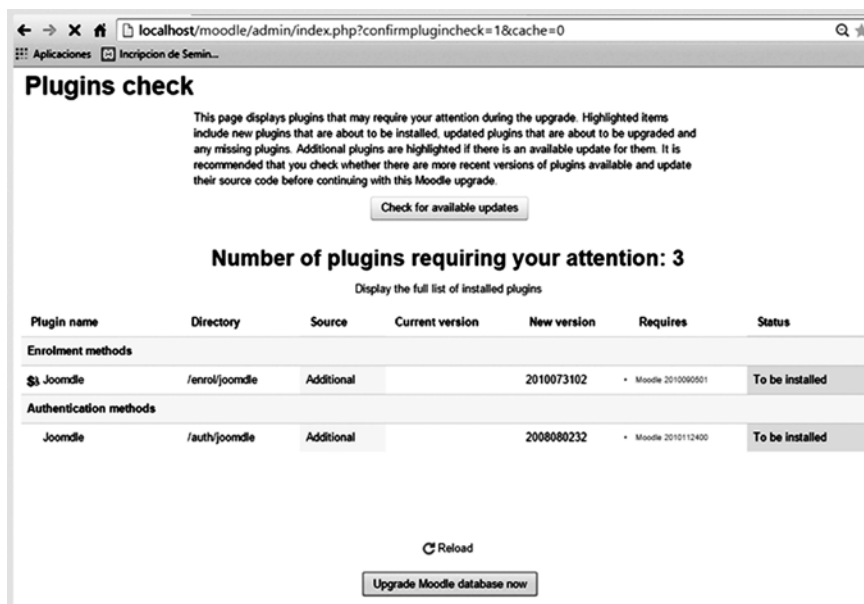


Figura 3. Actualizar base de datos Joomla

Fuente: Elaboración propia.

- Se procede a la activación de la extensión Joomla en Moodle.

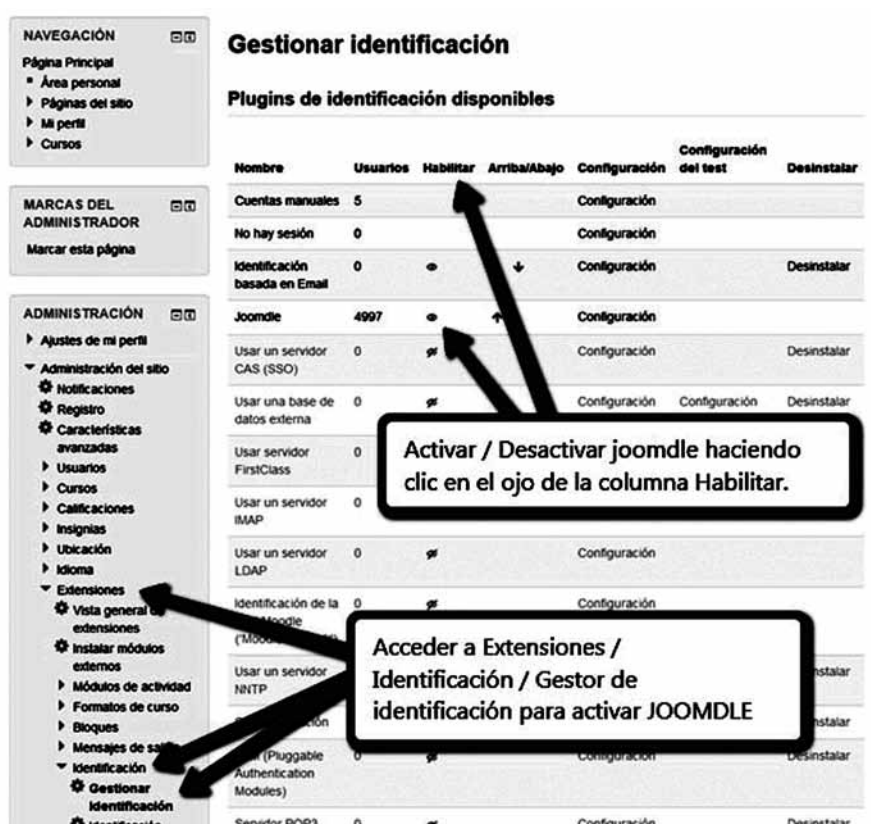


Figura 4. Actualizar base de datos Joomla

Fuente: Elaboración propia.

- Se habilitan los servicios web correspondientes.

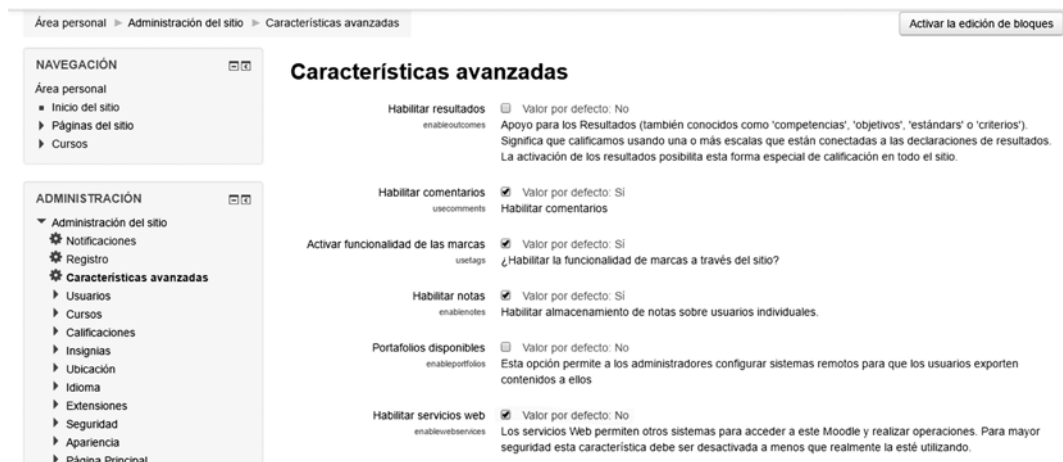


Figura 5. Actualización de servicios web

Fuente: Elaboración propia.

- Se activan protocolos XML-RPC en Moodle; Joomla! usa XML-RPC para conectar con Moodle. Se debe seleccionar *Habilitar protocolos*, de la lista, y activar XML-RPC. Es posible que algunos servidores además requieran habilitar el protocolo SOAP. Para la configuración debe seguir la ruta *Administración del sitio- Extensiones-Servicios web-Administrar protocolos*.



Figura 6. Protocolo XML-RPC

Fuente: Elaboración propia.

- Se comprueban los permisos de usuario para conectar con Joomla, para ello se sigue la ruta *Administración del sitio-Usuarios-Permisos-Definir roles*.

Rol	Descripción	Nombre corto	Editar
Gestor	Los gestores pueden acceder a los cursos y modificarlos, por lo general no participan en los cursos.	manager	↓ ⊗ ✕
Creador de curso	Los creadores de cursos pueden crear nuevos cursos.	coursecreator	↑ ↓ ⊗ ✕
Profesor	Los profesores pueden realizar cualquier acción dentro de un curso, incluyendo cambiar actividades y calificar a los estudiantes.	editingteacher	↑ ↓ ⊗ ✕
Profesor sin permiso de edición	Los profesores sin permiso de edición pueden enseñar en los cursos y calificar a los estudiantes, pero no pueden modificar las actividades.	teacher	↑ ↓ ⊗ ✕
Estudiante	Los estudiantes tienen por lo general menos privilegios dentro de un curso.	student	↑ ↓ ⊗ ✕

Figura 7. Permisos de usuario

Fuente: Elaboración propia

Editando el rol 'webservice'

Guardar cambios Cancelar

Nombre corto

Nombre completo personalizado

Descripción personalizada

Arquetipo de rol

Tipos de contexto en que puede asignarse este rol Sistema Usuario Categoría

Figura 8. Configuración de permisos

Fuente: Elaboración propia.

- Se habilitan las capacidades del rol para el usuario:
 - Usar protocolo XML-RPC webservice/xmlrpc. Use: *Permitir*.
 - Usar protocolo SOAP webservice/soap. Use: *Permitir*.
 - Ver debatesmod/fórum viewdiscussion. Use: *Permitir*.

Usar protocolo AMF webservice/amf.use	<input checked="" type="checkbox"/>	Permitir
Servicio Web: Protocolo REST		
Usar protocolo REST webservice/rest.use	<input checked="" type="checkbox"/>	Permitir
Servicio Web: Protocolo SOAP		
Usar protocolo SOAP webservice/soap.use	<input checked="" type="checkbox"/>	Permitir
Servicio Web: Protocolo XML-RPC		
Usar protocolo XML-RPC webservice/xmlrpc.use	<input checked="" type="checkbox"/>	Permitir
Exportar Libro a IMS CP		
Exportar libro como paquete de contenido IMS booktool/exportimscp.export	<input checked="" type="checkbox"/>	Permitir

Figura 9. Capacidades del rol para el usuario

Fuente: Elaboración propia.

- Se añade al nuevo rol creado, *Servicios web*, el usuario al que se le asignará Joomla. Se sigue la ruta *Administración del sitio-Usuarios-Permisos-Asignar roles globales*.

NAVEGACIÓN

Área personal

- Inicio del sitio
- Páginas del sitio
- Cursos

ADMINISTRACIÓN

- Administración del sitio
- Notificaciones
- Registro
- Características avanzadas
- Usuarios
 - Cuentas
 - Permisos
 - Políticas del usuario
 - Administradores del sitio
 - Definir roles
 - Asignar roles globales
 - Compruebe los permisos del sistema
 - Informe de permisos
 - Asignaciones de rol no

Asignar rol 'webservice' en Sistema

¡ATENCIÓN! Cualquier rol que asigne desde esta página se aplicará a los usuarios asignados en todo el sitio, incluyendo la página principal y todos los cursos.

Usuarios existentes (1)

Administrador Virtual (carlos.aguirre@yadaine.com)

Usuarios potenciales (3)

Carlos Antonio Aguirre Ayala (carlos99ayala@gmail.com)
Karen Ivett (carlos99ayala@yahoo.com)
Victor Pineda (victorpineda@yahoo.com)

← Agregar

Quitar →

Figura 10. Usuario asociado a Joomla

Fuente: Elaboración propia.

- Se agrega un nuevo servicio para Joomla. Se sigue la ruta *Administración del sitio- Extensiones-Servicios web-Servicios externos*.

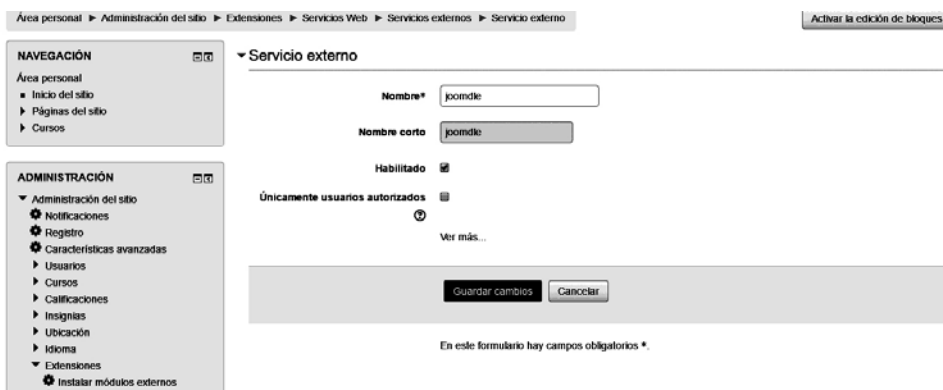


Figura 11. Usuario asociado a Joomla

Fuente: Elaboración propia.

- Se agregan funciones al servicio externo de Joomla en Moodle. Se sigue la ruta *Administración del sitio-Extensiones-Servicios web Servicios externos-Funciones- Agregar funciones*.

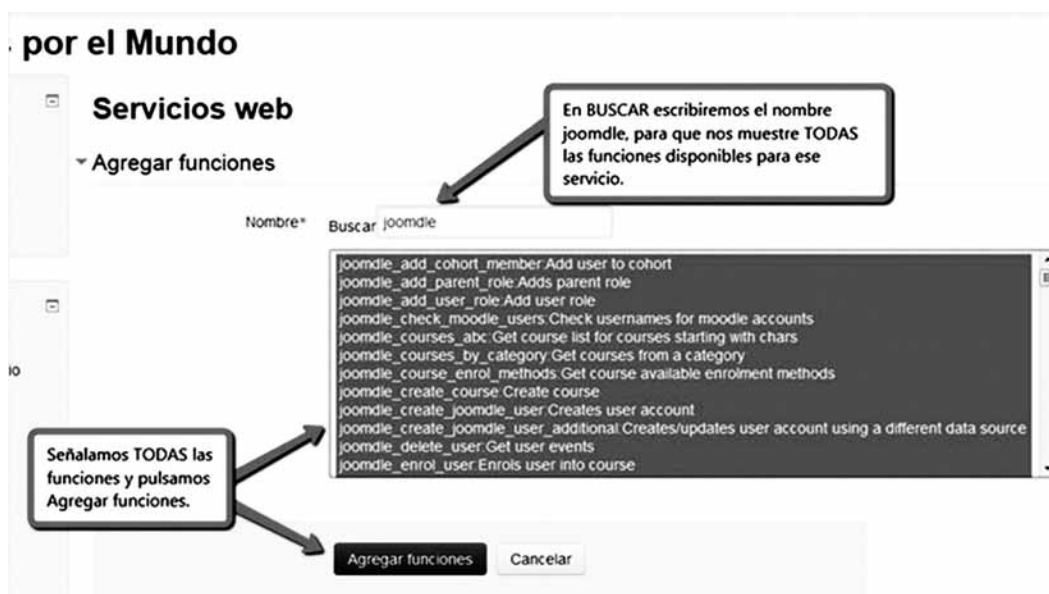


Figura 12. Agregar funciones al servicio externo Joomla

Fuente: Elaboración propia.

- Se procede a crear el token de Moodle para Joomla. Se sigue la ruta *Administración del sitio-Extensiones-Servicios web-Administrar tokens-Agregar*.

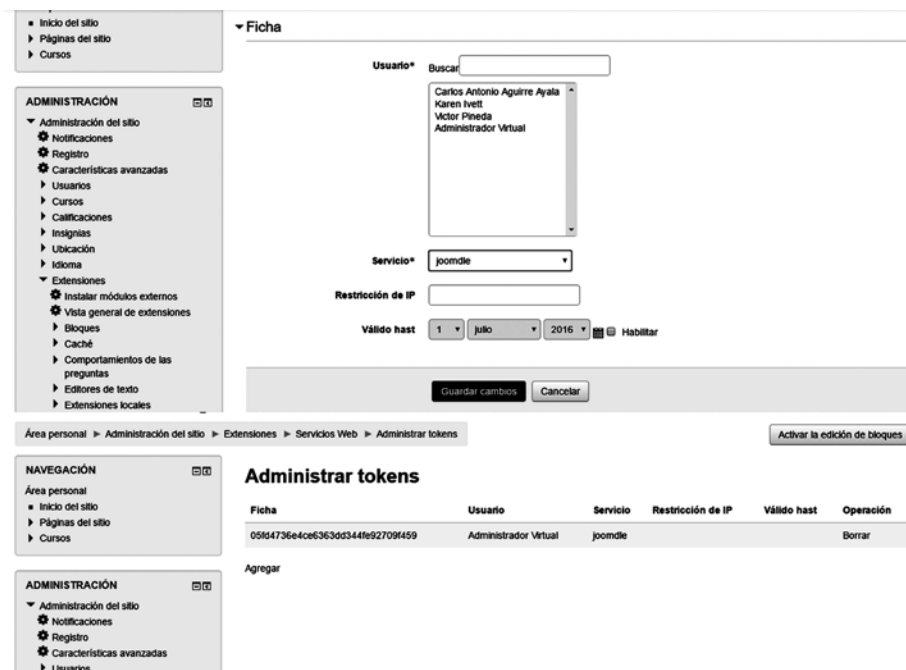


Figura 13. Agregar funciones al servicio externo Joomla

Fuente: Elaboración propia.

- Se gestiona identificación en Moodle y se asigna URL de Joomla. Para ello se sigue la ruta *Administración del sitio-Extensiones-Identificación-Gestionar identificación*, se da clic en *Configuración de Joomla* y luego se escribe el URL en el que está instalado Joomla.



Figura 14. Gestionar identificación de Moodle

Fuente: Elaboración propia.



Figura 15. Gestionar identificación de Moodle

Fuente: Elaboración propia.

- Configurando Joomla! en Moodle. Para ello se debe ingresar al URL del módulo de administración donde está instalado Joomla!. Para este caso <http://localhost/administrator>. Especifica su usuario y *password*.



Figura 16. Credenciales de administrador

Fuente: Elaboración propia.

- Luego se procede a instalar el *plugging* de Joomla.



Figura 17. Instalando *plugging* Joomla

Fuente: Elaboración propia.

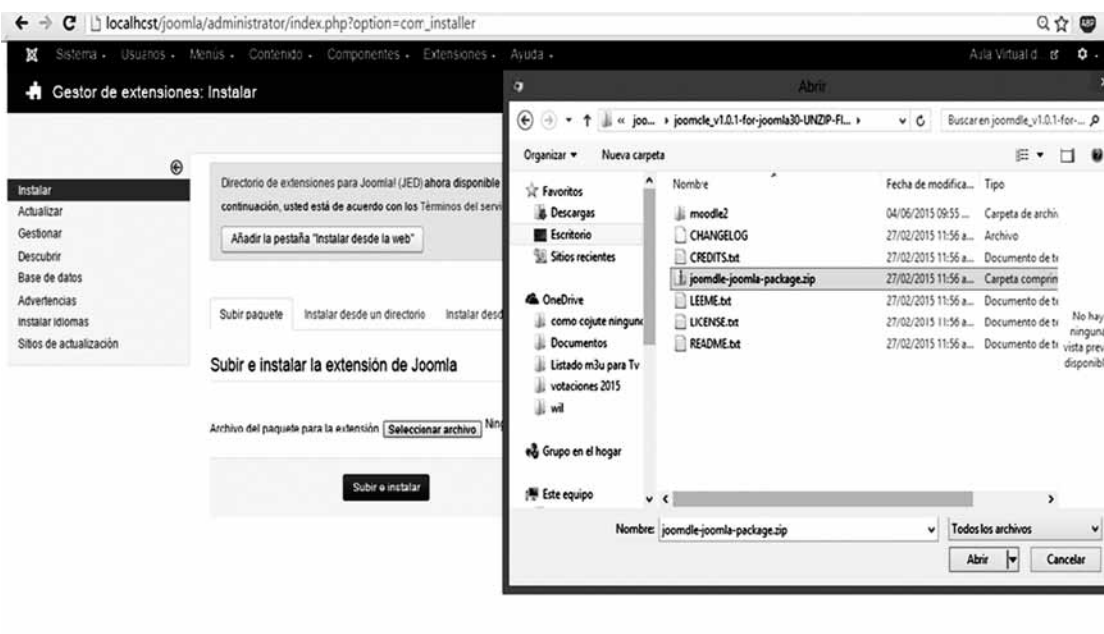


Figura 18. Instalando *plugging* Joomla

Fuente: Elaboración propia.

- Después de la instalación, se procede a configurar el componente Joomla! instalado, para ello se busca la barra de menú del panel de administración la opción *Componentes* y da clic sobre Joomla! y luego en *Panel de control*.

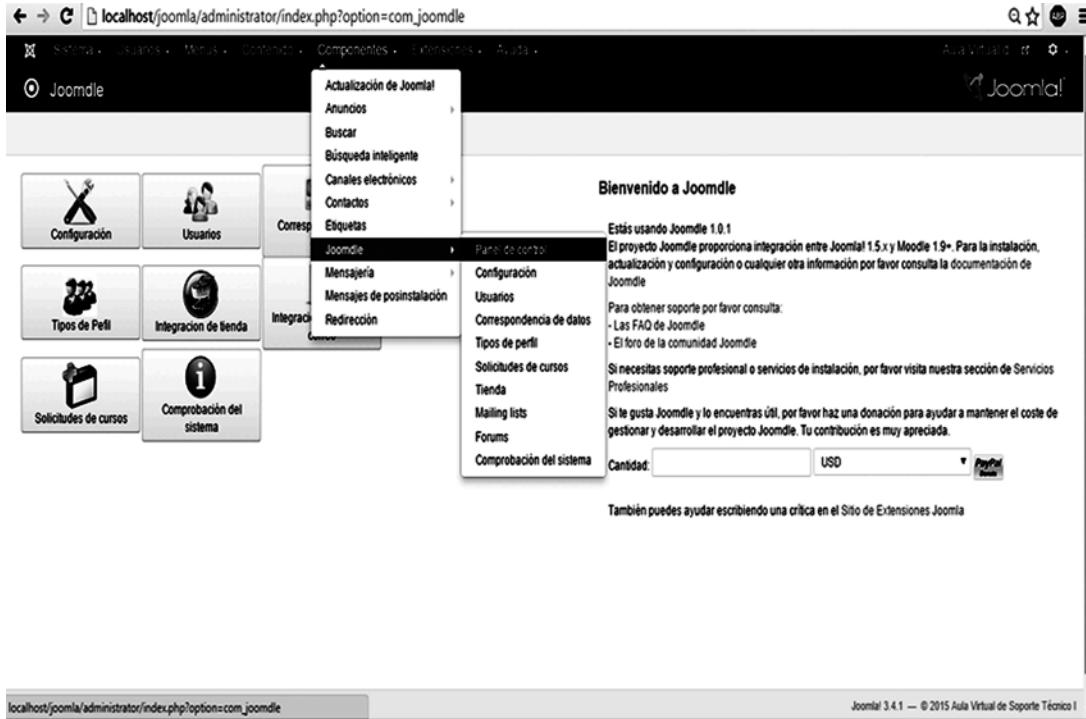


Figura 19. Configuración componente Joomla!

Fuente: Elaboración propia.

- En configuración general, se deberá ingresar el URL donde se tiene instalado moodle, así como el *token* de autenticación.

Configuración general	
URL de Moodle	<input type="text" value="http://10.0.0.4/moodle"/>
Version de Moodle	<input type="text" value="Moodle 2.0.x"/>
Token de autenticación de Moodle 2.0	<input type="text" value="b7c9ef7083cd25b8390a2326b3ee59ac"/>
Método de conexión	<input type="text" value="file_get_contents"/>
COM_JOOMDLE_INTERNAL_IP	<input type="text"/>
Usar SSO sin redirección	<input type="checkbox" value="No"/>
Crear automáticamente usuarios Moodle	<input type="checkbox" value="Si"/>
Borrar automáticamente usuarios Moodle	<input type="checkbox" value="Si"/>
Auto login de usuarios al registrarse	<input type="checkbox" value="No"/>

Figura 20. Configuración componente Joomla!

Fuente: Elaboración propia.

- Pueden realizarse más configuraciones; y dependerá de la necesidad del usuario administrador y lo que él quiera mostrar al usuario final.
- Se finaliza el proceso haciendo la comprobación que Joomla y Moodle se puedan comunicar. En caso de aparecer algún indicador en rojo, habrá que revisar de nuevo todo el proceso para identificar qué es lo que no se hizo bien.



Figura 21. Configuración componente Joomla

Fuente: Elaboración propia.

- Para mostrar el portal se configurará una entrada del menú principal como *Moodle Wrapper*. La aplicación se mostrará dentro de un *frame*, tal y como se observa en la siguiente captura de pantalla. Para visitar el portal web ingrese a <http://www.geniusutec.com>



Figura 22. Portal Joomla

Fuente: Elaboración propia.

Discusión/conclusión

Al finalizar la investigación se logra comprobar que la extensión Joomla permite integrar la plataforma de *e-learning* Moodle con la de Joomla, con esto se logra obtener una mayor flexibilidad del portal corporativo, así como un portal multiplataforma que podrá visualizarse en cualquier dispositivo o computadora sin perder la trascendencia y usabilidad del sitio web.

Al fusionar ambas plataformas, el usuario podrá hacer uso de Joomla y Moodle sin necesidad de volver a usar credenciales; ya registrado en una plataforma por defecto, estará registrado en la otra. Las sesiones en ambas plataformas están sincronizadas, por lo que la información podrá actualizarse al instante, haciendo del portal un medio de comunicación efectiva.

Joomla proporciona una agradable experiencia a los usuarios, y para el manejo de clases, cursos, diplomados en modalidad virtual es una excelente herramienta, ya que facilita al estudiante la habilidad de mostrar calificaciones y eventos de tareas que son específicas.

En cuanto a los indicadores del proyecto de investigación, estos han sido alcanzados, pues se integró un portal en Joomla con la plataforma de *e-learning* Moodle, esto permite que los usuarios utilicen clave única en ambas plataformas; y el portal es flexible.

El portal está implementado y se desarrolló para la Incubadora de Empresas de Alta Tecnología Genius. El URL para ingresar es <http://www.geniusutec.com>; y se espera que pueda ser una propuesta que en un futuro pueda ser implementada por muchas otras instituciones.

Referencias

- Bilib (21 de 10 de 2015). "Gestion de Contenidos Web". Obtenido de http://www.bilib.es/uploads/media/estudio_sistemas_gestion_contenidos_web cms.pdf
- Carleto, J.A. (16 de 10 de 2015). "Claroline, una herramienta libre". Obtenido de <http://jornadaie.unvm.edu.ar/ponencia12.pdf>
- Clarenc, C.A. (2013). *19 Plataformas de E-learning*. Buenos Aires: Grupo Geipite.
- E-ABC (15 de 09 de 2015). "E-AbcLearning". Obtenido de <http://www.e-abclearning.com/queesunaplataformadeelearning>
- EducAr (10 de 09 de 2015). "Ministerio de Educación Argentina". Obtenido de http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD26/datos/recursos/plataformas_virtuales.pdf
- Faver, H. (20 de 09 de 2015). "*Educación del futuro*". Obtenido de <http://www.listindiario.com/la-vida/2015/08/25/385434/la-educacion-del-futuro>
- Moreira, M.A. (20 de 09 de 2015). "*Tecedu Web*". Obtenido de <http://tecedu.webs.ull.es/textos/eLearning.pdf>
- Ntic (15 de 09 de 2015). "*La Nave Tic*". Obtenido de <http://www.lanavetic.com/las-mejores-plataformas-e-learning-de-software-libre/>
- Parra, C.L. (20 de 09 de 2015). "McGraw-Hill Interamericana de España". Obtenido de https://www.mhe.es/secundaria/informatica/8448168933/archivos/Software/Ud07/ud_7_cms-11jornadas.pdf
- TES, N.O. (14 de 10 de 2015). "Plataformas de e-learning". Obtenido de <http://plataformas-e-learning.wikispaces.com/TIPOS+DE+PLATAFORMAS>
- UNAM, U.N. (18 de 10 de 2015). "Computo Académico, UNAM". Obtenido de <http://www.ru.tic.unam.mx:8080/bitstream/DGTIC/81750/1/mod4.pdf>
- Wise. (10 de 09 de 2015). "Cumbre mundial para la innovación en educación". Obtenido de <http://www.wise-qatar.org/>

Políticas y líneas de investigación

La Universidad Tecnológica de El Salvador, mediante la Dirección de Investigaciones de la Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social, realiza los estudios científicos siguiendo su filosofía institucional. Para lograrlo se han establecido las siguientes políticas y líneas de investigación.

Políticas de investigación

- Realizar una investigación científica que propicie la construcción, innovación y aplicación del conocimiento; que genere capacidad crítica en los estudiantes y aporte soluciones pertinentes a necesidades específicas de la sociedad.

- Asegurar el impacto de la investigación institucional a través de una pertinente coordinación y evaluación sistemática, a fin de procurar la aplicación de sus resultados los sectores académico, productivo, político y social del país.
- Utilizar buenas prácticas y normas éticas en el desarrollo de las investigaciones, y procurar su integración con la docencia y la proyección social.
- Asignar los recursos financieros necesarios para el desarrollo de la investigación institucional, ya sea con fondos propios, de otras fuentes nacionales e internacionales o de la cooperación.

Líneas de investigación

Área de conocimiento	Líneas de investigación
Arquitectura y diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenamiento territorial, planificación urbana y regional • Vivienda y desarrollo urbano
Comercio y administración	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo y creación de riqueza, competitividad • Micro y pequeña empresa • Turismo
Salud (Psicología)	<ul style="list-style-type: none"> • Psicología social • Psicología de la salud • Psicología laboral e industrial • Problemas sociales en salud

Derecho	<ul style="list-style-type: none"> • Protección jurídica y garantía de los derechos humanos • Democracia y gobernabilidad • Justicia, libertad y seguridad • Cambio demográfico • Integración regional • Propiedad intelectual
Humanidades (Idiomas, Antropología, Arqueología)	<ul style="list-style-type: none"> • Herencia, historia y patrimonio • Diversidad cultural
Tecnología (Ingeniería Industrial, Ingeniería en Sistemas y Computación)	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo e innovación tecnológica • Sociedad del conocimiento • Logística, puertos y aeropuertos • Agroindustria. Industrias: textil, plástica, de empaques, alimentos y bebidas • Calidad • Medio ambiente, cambio climático y riesgo • Energías renovables
Educación (Superior)	<ul style="list-style-type: none"> • Equidad en la educación • Investigación educativa • Educación inicial • Educación y empresa • Calidad en la educación e innovación • Educación no presencial
Ciencias Sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo y cohesión social • Migración interna e internacional • Comunicación social • Democracia y participación ciudadana • Género

Política editorial

Revista *entorno* - Universidad Tecnológica de El Salvador (Utec)
ISSN versión impresa 2071-8748 y versión digitalizada 2218-3345
Indicación para autores

Los trabajos deben ser enviados en formato de Word a camila.calles@utec.edu.sv

Criterios generales para la aceptación de artículos

El Comité Editorial de *entorno* invita a la comunidad académica y público externo nacional e internacional, a participar con sus aportes, como autores de artículos originales de la revista.

La revista *entorno* se reserva todos los derechos legales de reproducción. Los artículos que reciben deben ser originales e inéditos, por lo que no deben ser publicados total o parcialmente en otras publicaciones en periodo previo a la publicación del mismo en esta revista. La presentación y publicación en fecha posterior será posible con previa autorización del editor y del autor del artículo.

La recepción de los trabajos no implica obligación de publicarlo, ni compromiso con respecto a la fecha de su aparición. La opinión expresada por los autores es de su exclusiva responsabilidad.

Envío del artículo

Cada artículo debe contener:

- Título (en español e inglés)
- Nombre del autor con su filiación institucional y correo electrónico
- Resumen del contenido (máximo 120 palabras, en español e inglés)
- Palabras clave (mínimo tres palabras y máximo cinco, en español e inglés)
- Desarrollo (máximo tres acápites)
- Método (cuando es un artículo de investigación)
- Resultados (cuando es un artículo de investigación)
- Conclusiones o discusión.
- Referencias (solo las citadas en el texto y ordenas con formato APA, sangrado francés)

Para tener presente:

Los artículos que se envíen a la revista *entorno* deben ser redactados según normas estandarizadas (APA), sexta edición.

Recomendaciones especiales para el autor

1. El artículo debe tener claridad, solidez y sustento bibliográfico suficiente.
2. Enviar adjunto o al final del artículo, un resumen de vida académica o científica del autor o autores (no más de un párrafo de 12 líneas como máximo).
3. En el caso de utilizar imágenes (gráficos, fotografías e ilustraciones) estas deberán ser originales, para obtener calidad al imprimir. Las tablas deberán construirse con el formato APA. Si son tomados de algún texto o sitio web, debe colocarse una nota de su procedencia en todos los casos y enviar el archivo por separado. Si son palabras en otro idioma o latín, deberán estar en letra cursiva.

4. Ni la Utec, ni el Comité Editorial se comprometen con los juicios emitidos por los autores de los artículos. Cada escritor asume la responsabilidad frente a sus puntos de vista y opiniones.
5. El Comité Editorial se reserva el derecho de revisar cada artículo, y remitirlo a árbitros, para garantizar su calidad y si es el caso, sugerir modificaciones. Igualmente puede rechazar aquellos que no se ajusten a las condiciones exigidas.
6. El texto deberá contener las referencias o citas conforme a las normas APA. Las referencias se incluirán al final del trabajo, ordenándola alfabéticamente por autor y si fuere documento oficial por el nombre de la institución o ley.

Idioma

La revista publica material fundamentalmente en español con los respectivos resúmenes y palabras clave en español e inglés.

Derechos de reproducción

Cada artículo se acompañará de una carta del autor principal especificando que los materiales son inéditos y que no se presentarán a ningún otro medio antes de conocer la decisión de la revista. Adjuntar una declaración firmada indicando qué tipo de derechos de autor presenta su artículo, recordando que la universidad sugiere utilizar el tipo libre acceso; sin olvidar mencionar la fuente. Los derechos de reproducción son propiedad exclusiva de la revista *entorno*.

Extensión y presentación

El artículo completo no excederá de 4,500 caracteres, escritos a espacio y medio, con sangría de cinco espacios, sin espacios adicionales entre párrafos y entre títulos, en letra tipo "Times New Roman" y de tamaño diez; con márgenes derecho, izquierdo, superior e inferior de tres centímetros.

Título y autores

Se recomienda pensar en títulos que tengan plena relación con el tema, limitándose máximo a 15 palabras. El contenido debe describirse en forma específica, clara y concisa, evitar los títulos demasiado generales. Debajo del título se anotará el nombre y apellido de cada autor. En nota al pie de página se indicará la institución de procedencia, títulos académicos y cargo actual.

Resumen y palabras clave

Cada artículo se acompañará del resumen en el idioma en que esté escrito, además del resumen en español y uno en inglés, no superior a 120 palabras; para el caso de artículos derivados de investigación, el resumen debe indicar claramente: 1. Objetivos de estudio. 2. Lugar y fecha de realización. 3. Método. 4. Resultados principales con interpretación estadística y 5. Discusión o conclusiones. Para artículos diferentes a investigación, el resumen debe contener información relacionada con los objetivos, la metodología en la cual se apoya, síntesis de la tesis principal, la interpretación académica, los resultados y las conclusiones. No incluirá ninguna información o conclusión que no aparezca en el texto. El resumen deberá permitir a los lectores conocer el contenido del artículo y decidir si les interesa leer el texto completo. De hecho, es la única parte del artículo que se incluye, además del título, en los sistemas de difusión de información bibliográfica.

Cuerpo del artículo

Los trabajos que exponen investigaciones o estudios por lo general, se dividen en los siguientes apartados, correspondientes al llamado formato IMRYD: introducción, materiales y métodos, resultados y discusión. Los trabajos de actualización, reflexión y revisión bibliográfica suelen requerir otros títulos y subtítulos acordes con el contenido.

Referencias

Deberá reflejar la fuente completa (autores, año, título, edición, editorial, país, etc.) Se recomienda utilizar fuentes con ISSN e ISBN. Se sugiere consultar las normas APA 6.^a edición, para la cita de monografías, revistas, documentos, entre otros.



***Universidad Tecnológica
de El Salvador***

Universidad Tecnológica de El Salvador
Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social
Calle Arce y 19.^a Av. Sur, edificio *Dr. José Adolfo Araujo Romagoza*, 2.º nivel,
San Salvador, El Salvador, C. A.
vicerectoriadeinvestigacion@utec.edu.sv

ISSN 2071-8748



9 772071 874002 >