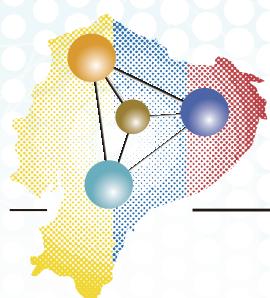
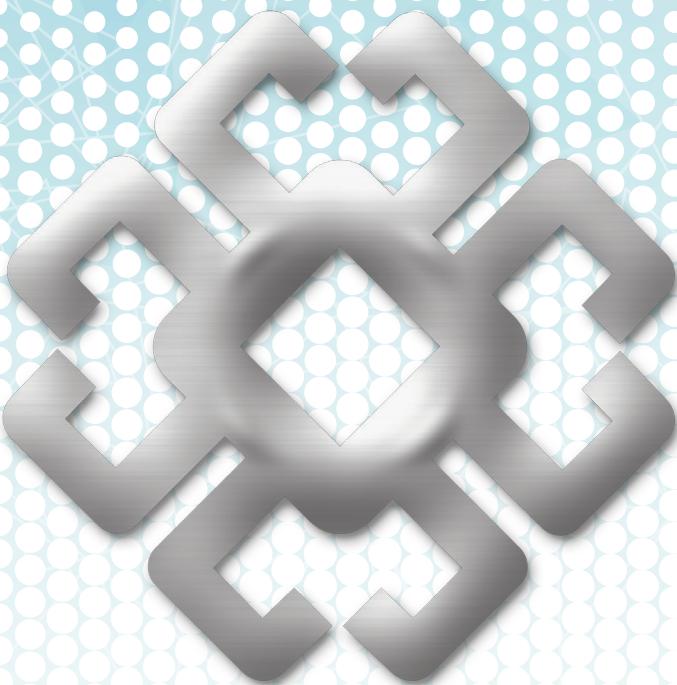


# Memorias



ENCUENTRO DE INVESTIGACIÓN  
TECNOLÓGICA Y ARTES MUSICALES 2019



RITAM

Red de Investigación Tecnológica y Artes Musicales











**PRESIDENTE DE LA RED DE INVESTIGACIÓN  
TECNOLÓGICA Y ARTES MUSICALES**

Ing. José Luis Flores F. MBA

**COORDINADOR DE LA RED DE INVESTIGACIÓN  
TECNOLÓGICA Y ARTES MUSICALES**

Ing. Andrés Fierro. Mgs

**CONSEJO EDITORIAL**

Ing. José Luis Flores F. MBA

Ing. Santiago Fabián Illescas C. PhD

Ing. Francisco Javier Fierro L. MsC.

Ing. Iván Óscar Borja C. MsC

**COMPILADORES**

Ing. José Luis Flores F. MBA.

Ing. Elva Lara Mgs.

Ing. Francisco Garzón Mgs.

Ing. Daniel Valdivieso Mgs.

Ing. Flavio Corella Mgs.

Ing. Daniel Barzallo

Ing. Daniel Andagoya Mgs.

Ing. Joyce Narváez Msc.

**LIBRO REVISADO POR**

Lic. Christian Jácome

Lic. Andrés García

Lic. María Belén Arteaga Mgs.

Ing. Francisco Garzón Mgs.

**ISBN 978-9942-8794-0-0**

**DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:**

Ing. Juan Carlos Fuertes P.

**IMPRESIÓN:**

Talleres de Impresión Offset y Acabados

IST Central Técnico

José Arízaga E - 324 y Londres

Impreso en Quito - Ecuador

Septiembre - 2019

---

Prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación, su manipulación informática y transmisión ya sea electrónica, mecánica, por fotocopia u otros medios, sin permiso previo del autor.

### COMITÉ ORGANIZADOR

Ing. José Luis Flores F. MBA  
 Ing. Santiago Fabian Illescas C. PhD  
 Ing. Francisco Javier Fierro L. MsC.  
 Ing. Iván Óscar Borja C. MsC

Rector: IST Central Técnico - Luis Napoleón Dillon  
 Rector: IST Sucre - Consejo Provincial - 5 de Junio - A. F. Cordova  
 Rector: Conservatorio Superior de Música  
 Rector: IST Yavirac - 24 de Mayo - Gran Colombia - Benito Juárez

### COMITÉ CIENTÍFICO

Maria Teresa Pantoja Sánchez (México)  
 Alejandro Ernesto Fruto Pla (Cuba)  
 Saúl Fernando Uribe Taborda (Colombia)  
 Gary Coxs (Estados Unidos)  
 José Luis Flores Flores (Ecuador)  
 Diego Fernando Riofrío Luczando (Ecuador)  
 Oscar Zambrano Zambrano Vizuete (Ecuador)  
 Chiristian Franco Crespo (Ecuador)  
 Carlos Pavón Vargas (Ecuador)  
 Greta Carola Fierro Naranjo (Ecuador)  
 Klever Francisco Villa Carrión (Ecuador)  
 Daniel Alejandro Rodríguez Cadena (Ecuador)  
 María Dolores Galindo (Colombia)

Julio Cesar Leguisamo Milla (Ecuador)  
 Francis Iván Salazar Pico (Ecuador)  
 Sandra Elizabeth Baldeón Baéz (Ecuador)  
 Luis Adolfo Costta Escobar (Ecuador)  
 Luis Patricio Alomoto Pillajo (Ecuador)  
 Fabián Granda Bústamente (Ecuador)  
 Alberto Almaguer Mojena (Cuba)  
 Natalia de la Torre (Ecuador)  
 Carmen Chávez Escobar (Ecuador)  
 Francisco David Garzón Ponce (Ecuador)  
 David Manuel Barbero Palacios (Ecuador)  
 Fanny Guadalupe Sánchez Ponce (Ecuador)



Autoridades de la Educación Superior y Auspiciantes del Encuentro de Investigación Tecnológica y Artes Musicales, en el evento inaugural el 11 de abril del 2019



## PRÓLOGO

Quizás el mejor modo de presentar esta compilación de memorias sea decirles cómo nació, en la concreción de estas visiones pudimos implementar en febrero de 2018 el primer encuentro en investigación que acogía a dos institutos de la ciudad de Quito , en el ámbito de la investigación nos hemos visto involucrados algunos soñadores, sin embargo luego de varias reuniones buscamos mejores rumbos académicos para el país, es así como en este proceso integracionista se creó la Red de Investigación Tecnológica y Artes Musicales (RITAM), así se construyó el primer Encuentro Internacional de investigación Tecnológica y Artes Musicales 2019 , sin embargo parafraseando a Tolstoi “Todos piensan en cambiar el mundo, pero nadie piensa en cambiarse a sí mismo” este trabajo avizora nuevos rumbos en investigación, con el fin de generar una cultura e incentivar a toda la comunidad educativa a construir estos espacios de conocimiento.

El encuentro permitió crear espacios institucionales de difusión científica entre toda la comunidad educativa, permitiendo otras modalidades de comunicación como el diálogo, el debate, la reflexión, los comentarios, las propuestas, los acuerdos de cooperación entre otros; al igual que posibilitó la socialización e intercambio de material académico-científico; y la convivencia entre los participantes.

En cambio, las memorias, además de constituirse en espacios textuales de difusión científica entre pares, preservan, fijan y materializan el conocimiento científico en las páginas de un libro impreso y/o digital; al igual que sirven como documentos históricos para dar testimonio de lo acontecido.

El evento también promovió la investigación científica en docentes y estudiantes de los diferentes Institutos Superiores de varias ciudades del Ecuador abordando temas sobre Energía y Materiales, Tecnologías de la información y Comunicación, Patrimonio Turismo y Educación, Y Artes musicales.

En este sentido, el encuentro y la edición de memorias forman parte de la realidad científica que está creciendo dentro de los institutos superiores en la doble vertiente de hecho social e institucional que tienen un objetivo común: difundir la ciencia.



Ing. José Luis Flores F. MBA

PRESIDENTE DE LA RED DE INVESTIGACIÓN  
TECNOLÓGICA Y ARTES MUSICALES

# Índice

- 11 ENERGÍA Y MATERIALES
- 12 Métodos MCDM aplicado para la selección de un material para un engranaje cónico recto de transmisión del Hino AK.
- 21 Impacto de la generación distribuida conectada en la red de distribución radial secundaria de bajo voltaje 2E/E.
- 32 Medición de la contaminación generada por la gasolina extra (85 octanos) súper (90 octanos) con el uso de aditivos, usando un sistema de cánister.
- 38 Sistema de manufactura flexible orientado a INDUSTRIA 4.0
- 50 Análisis del consumo de combustible y opacidad de gases al inyectar hidrógeno en diferentes proporciones en un motor diesel
- 61 Control De Una Mano Robótica Mediante La Señal Obtenida De Un Sensor Neuronal.
- 70 WSN Robotizado para el rescate de lagunas
- 88 Diseño e implementación de un analizador de redes trifásico
- 100 TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN
- 101 Dispositivos wearables y su contribución al monitoreo de sistemas industriales.
- 108 Inserción Laboral De La Formación Dual Técnica Y Tecnológica En El Ecuador. Caso De Estudio: Instituto Tecnológico Superior “Luis Arboleda Martínez”
- 115 PATRIMONIO, TURISMO Y EDUCACIÓN
- 116 Desafíos de la Formación Técnica y Tecnológica en el Siglo XXI
- 125 Construcción del Pensamiento Crítico
- 133 Comportamiento Organizacional frente a Legitimidad de la Mujer en Cargos de Dirección en Instituciones de Educación Superior Técnicas y Tecnológicas
- 142 Clase inversa: tecnologías de la información para crear pedagogía con sello propio
- 150 Análisis comparativo de la adaptabilidad de la plataforma educativa google classroom vs. Moodle
- 162 ARTES MUSICALES
- 163 Creación de Sonidos Sintéticos a Tiempo Real mediante el Lenguaje de Programación Gráfico Pure Data
- 172 La dualidad: principio articulador de la forma de la canción patrimonial ecuatoriana
- 183 Transmisión En Vivo y Producción Del Concierto “Satélite Vivo”
- 192 La imagen acusmática: un método de análisis para la musique concrete. La obra del compositor japonés Toru Takemitsu

# ENERGÍA Y MATERIALES





**Línea de investigación:**  
**ENERGÍA Y MATERIALES**

Métodos MCDM aplicado para la selección de un material para un engranaje cónico recto de transmisión del Hino AK.

Chrstopher Manuel Vaca Terán<sup>1</sup>  
Franklin Andrés Pacheco Pacheco<sup>2</sup>

**Departamento/Facultad/Escuela**

<sup>1</sup>Carrera Mecánica Automotriz

**Universidad/Instituto**

Instituto Tecnológico Superior Central Técnico

<sup>1</sup>chmvacat@gmail.com

<sup>2</sup>fapachecop@gmail.com

**Resumen**

La selección de materiales es importante en el diseño de componentes automotrices y se encuentra en el desarrollo tecnológico de la marca HINO con su modelo AK8JRSA en BUS, por esta razón son vehículos de trabajo utilizados para el transporte de personas a nivel urbano e interprovincial. Con el paso del tiempo los engranes cónicos rectos que integran la transmisión tienden a desgastarse, el técnico dependiendo de la magnitud del daño los reemplaza y por su elevado costo de adquisición debido a que el componente no existe en el país y se debe importar el repuesto original, o en última instancia se recurre a un elemento alterno barato que tiene un tiempo de vida útil corto que a la final representa una reparación costosa para el bolsillo del propietario. Es por esta problemática que se realizó esta investigación y luego de utilizar los métodos de toma de decisiones Multicriterio se determinó que la mejor opción de material según el ranking es el AISI 4140 para la elaboración de un engrane cónico recto que presenta características relevantes como el límite elástico, resistencia a la tracción y buena capacidad térmica obteniendo así un componente más económico pero con una durabilidad alta y el método aplicado para los pesos ayuda a evitar la subjetividad del diseñador y hacer que se ajuste a parámetros reales en base a los resultados numéricos. Se puede concluir que los métodos propuestos pueden lidiar con los problemas de selección de materiales con la dependencia de criterios.

*Palabras claves: Selección de material, factores de ponderación y clasificación, dependencia de criterios, engranaje cónico recto.*

**Abstract**

The selection of materials is important in the design of automotive components and is in the technological development of the HINO brand with its model AK8JRSA in BUS, for this reason they are vehicles for the transport of people at urban and interprovincial level. With the passage of time, the gears, the straight cones that integrate the transmission wear out, the technician adapts to the magnitude of the damage. Original, or ultimately, it is an alternative element that has a short life time that in the end represents a costly repair for the owner's pocket. This is the problem that this research is being carried out and then the decision making methods are used Multicriteria was determined that the best material option according to the ranking is the AISI 4140 for the development of a right conical motor that presents characteristics such as the limit elastic, tensile strength and good thermal capacity obtaining the same economic advantage and high durability and the method applied to the weights helps to avoid the subjectivity of the designer and make an adjustment of real parameters depending on the results numerical It can be concluded that the proposed methods can deal with the problems of material selection with

the dependence of the criteria.

**Keywords:** Material selection, weighting and classification factors, criteria dependency, straight conical gear.

## Introducción

Según la AEADE (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador), mediante la información estadística que publican mes a mes, considera a la marca HINO en el segmento de los BUSES como el más vendido a nivel país con su modelo AK8JRSA, por esta razón son vehículos de trabajo especialmente utilizados para el transporte de personas a nivel urbano e interprovincial [1].

Con el paso del tiempo los componentes del vehículo tienden a desgastarse, es el caso de los engranes que integran la caja de cambios ya sea por un mantenimiento no adecuado como es el cambio de aceite, por el desgaste normal del uso diario o por un mal manejo; el técnico dependiendo de la magnitud del daño debe reemplazar uno o más engranes; los cuales, por su elevado costo de adquisición, porque el componente no existe en el país y se debe importar [2].

Con el cambio de la matriz productiva el país requiere la industrialización de varios productos, es decir, aumentar la existencia de manufactura local y enfocándose en el área automotriz existe un campo extenso para su explotación [3]; he aquí la importancia de ver que materiales son los mejores candidatos aplicando una metodología de toma de decisiones multicriterio, para un futuro estudio se pueda fabricar los engranajes aplicados a este segmento.

El presente trabajo tiene como objetivo general: Seleccionar el mejor material candidato para engranaje cónico recto del diferencial para el Hino AK mediante los métodos Multicriterio.

Con la finalidad de alcanzar el objetivo general es necesario:

Aplicar los métodos Multicriterio mediante el uso de las fórmulas establecidas para la selección de la mejor opción de material.

El engranaje es una rueda o cilindro dentado empleado para transmitir un movimiento giratorio o alternativo desde una parte de una máquina a otra. Está formado por dos ruedas dentadas, la rueda mayor se denomina corona y la rueda menor se denomina piñón [4]. Un conjunto de dos o más engranajes que transmite el movimiento de un eje a otro se denomina tren de engranajes [5].

La aplicación de engranajes es prácticamente ilimitada, se los puede encontrar en centrales de producción eléctrica, hidroeléctrica; transporte terrestre: locomotoras, automóviles, camiones; transporte

marítimo; aviones; industria; herramientas [6]. Engranaje cónico recto.

Los engranajes cónicos de dientes rectos han sido menos estudiados, los engranajes cónicos son empleados para transmitir movimientos entre ejes concurrentes, permitiendo realizar cambios de dirección de movimiento o variación de la velocidad de rotación entre los árboles en los cuales acoplan.

En los engranajes cónicos los niveles de transmisión de potencia y rendimiento son similares a los cilíndricos, pero admitiendo mayores velocidades por una continuidad mayor en el engrane [7].



Figura 1. Engranaje helicoidal [7].

## Materiales

En la industria automotriz la selección de un material para la elaboración de un componente implica una investigación con la finalidad de hallar las propiedades que responda a las exigencias de la función de la pieza. Este aspecto está íntimamente relacionado con sus características físicas (densidad, propiedades ópticas, térmicas y eléctricas) y mecánicas (resistencia mecánica, rigidez, propiedades deslizantes). Se debe tener en cuenta el aspecto concurrente dentro de la misma función: por ejemplo, aunque sea muy caro, la selección de un material da propiedades elevadas para un elemento muy solicitado (un engranaje, un árbol), y puede repercutir favorablemente en el peso o dimensionalmente en el conjunto de la máquina [8].

A continuación, se detalla brevemente los materiales comúnmente utilizados para la construcción de engranajes cónicos rectos.

## Acero forjado

Es una aplicación de acero al carbono con una aleación y se mecaniza para determinada aplicación específica. Los aceros endurecidos superficialmente están sometidos a una profundidad a tratamiento de cementación, nitruración y aceros carbonitrurados. Los principalmente utilizados son: SAE-AISI 1010, 1015, 1018, 1019, 1020, 1021, 1022 [9].



### Acero de endurecimiento superficial

Es el conjunto de procesos destinados a obtener piezas que combinan cualidades mecánicas elevadas en determinadas superficies (dureza, resistencia al desgaste, resistencia a la fatiga superficial) con una buena tenacidad en el núcleo (resistencia a choques). En esta gama se encuentran: SAE-AISI 1035, 1040, 1045, 1050, 1137, 1141, 1144 [10].

### Hierro fundido y bronce

Por un lado, está el hierro que puede ser: hierro gris fundido, hierro nodular y hierro maleable; se debe tener en cuenta que el hierro gris es quebradizo, por tanto, se tiene cuidado cuando se presente carga por choque. En cuanto al bronce existen varios tipos como: bronce con fósforo o estaño, bronce con manganeso, bronce con aluminio y bronce con sílice. Se utiliza por sus buenas propiedades debido a la resistencia a la corrosión, resistencia al desgaste y coeficiente de fricción bajo. Dentro de este grupo se encuentran la serie: SAE 67 y según NORMA C92900, C93200, C93400, C93500 [11].

### Acero inoxidable

Es relativamente caro, pero en ambiente muy corrosivo o a temperaturas muy altas o muy bajas, constituye una solución económica de muchos problemas. En este grupo integran la serie AISI 200 y 300, entre los más representativos están: 301, 303, 304, 309, 310, 316, 321. Todas las clases contienen cromo del 4 a 26% [12].

### Aleación de acero

Son aleaciones de hierro con la adición de uno o más de los siguientes elementos: carbono, manganeso, silicio, níquel, cromo, molibdeno y vanadio. Los aceros de aleación cubren una amplia gama de aceros, incluidos aceros de baja aleación, aceros inoxidables, aceros resistentes al calor y aceros para herramientas. Los más utilizados son: SAE-AISI 1340, 3140, 4042, 4150, 5140, 6145, 8740 [13]. Existen otros factores que influyen a la hora de seleccionar un material para el engranaje como es el tratamiento térmico, pero en nuestro estudio no se aplicará.

### Métodos multicriterio

Generalmente más de un material cumple los requerimientos necesarios para diferentes aplicaciones, debido a esto, el criterio a la hora de elegir influye mucho; por lo que la selección del material exacto para el diseño de ingeniería y enfocado a este proyecto se utiliza el método de toma de decisiones multicriterio (MCDM).

La metodología de toma de decisiones multicriterio (MCDM) son modelos matemáticos establecidos que hacen este proceso al decisor más fácil y objetivo. El objetivo de los MCDM es obtener un orden o ranking del conjunto de alternativas. Para obtener este ranking, el conjunto de alternativas debe estar bien definido al igual que los criterios deben estar bien determinados. Como un criterio puede ser más relevante que otro, a cada uno se le asigna un peso o valor para poder hacer esta distinción. Con estos parámetros, el MCDM actúa sobre cada alternativa, y según esta evaluación se establece el ranking final [14].

### Método

En el presente estudio, el objetivo no es diseñar un engranaje sino realizar la selección del material aplicando los métodos MCDM, por lo cual, se plantea una serie de criterios de cada material a ser considerados y se toma como referencia anteriores investigaciones [15].

### Determinación de los criterios para los materiales

Para la utilización de cualquier método aplicado a la selección de materiales existentes, la toma de decisiones de los criterios parte de la etapa conceptual; en el cual se analiza una o varias categorías muy amplias como posibles materiales a utilizar.

La selección inicial se basó utilizando el software CES Edu-pack que posee una base de datos muy amplia para ver las propiedades de cada material [16]. A su vez se utilizó Matweb, un portal virtual de materiales [17]. Mediante la obtención de datos en ambas plataformas se pudo trabajar con los requerimientos que se necesita para un engranaje cónico recto del diferencial del Hino AK, se observa en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Materiales candidatos.

MATERIAL	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )	PRECIO (USD/Kg)	MÓDULO DE YOUNG (Gpa)	LÍMITE ELÁSTICO (Mpa)	RADIO DE POISSON	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (Mpa)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)	DUREZA BRINEL (HB)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/M°C)	COEFICIENTE EXPANSIÓN (μstrain/°C)	CAPACIDAD TÉRMICA (J/Kg.°C)
AISI 321	7,950	3,820	197,00	220,00	0,270	585,000	258,00	176,0	16,000	17,000	510,000
AISI 1040	7,850	0,580	212,00	418,00	0,290	628,000	417,00	203,0	52,000	11,500	485,000
AISI 4140	7,850	0,630	212,00	655,00	0,290	950,000	655,00	290,0	45,000	12,500	470,000
AISI 4337	7,750	7,125	220,00	450,00	0,270	0	810,00	435,0	39,400	15,000	450,000

Métodos Multicriterio (MCDM) aplicado a un engranaje helicoidal

Para hallar el material con las condiciones requeridas y con los criterios determinados; en primer lugar, se debe utilizar la metodología de toma de decisiones Multicriterio mediante el uso de ecuaciones, las cuales se detallan a continuación paso a paso conjuntamente con una breve explicación de lo que realiza cada método.

### Entropía

El término entropía fue inicialmente acuñado por el físico alemán Rudolf Clausius al observar que en cualquier proceso irreversible siempre se iba una

pequeña cantidad de energía térmica fuera de la frontera del sistema. A partir de entonces, el término ha sido utilizado en las más variadas disciplinas de conocimiento, como la física, la química, las matemáticas, la astrofísica, la lingüística, la computación o la ecología, para hacer referencia a la medida de desorden a que tiende un sistema.

La entropía en Física se refiere al grado de irreversibilidad que, en un sistema termodinámico, es alcanzado después de un proceso que implique la transformación de energía. En Química hace referencia a la entropía observada en la formación de un compuesto químico. [18].

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (1)$$

$$E_j = -\frac{(\sum_{i=1}^m p_{ij} \ln(p_{ij}))}{\ln(m)} \quad j = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$w_j = \frac{1-E_j}{\sum_{i=1}^m (1-E_i)} \quad j = 1, \dots, n \quad (3)$$

### Topsis

Este método determina una solución con la distancia más corta a la solución positiva ideal y la distancia más larga a la solución negativa ideal, pero no considera la importancia relativa de dichas distancias [19].

El procedimiento TOPSIS consta de los siguientes pasos:

**Paso 1:** Calcule la matriz de decisión normalizada. El valor normalizado  $r_{ij}$  se calcula como

$$r_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^J f_{ij}^2}} \quad J = 1, \dots, J; i = 1, \dots, n \quad (4)$$

**Paso 2:** Calcule la matriz normalizada de pesos

$$v_{ij} = w_i r_{ij}, \quad j = 1, \dots, J; i = 1, \dots, n, \quad (5)$$

**Paso 3:** Determine el ideal  $A^+$  y no ideal  $A^-$  solución

$$A^+ = (v_1^+, \dots, v_n^+) = \{(\max_j v_{ij} | i \in I^I)(\min_j v_{ij} | i \in I^{II})\} \quad (6)$$

$$A^- = (v_1^-, \dots, v_n^-) = \{(\min_j v_{ij} | i \in I^I)(\max_j v_{ij} | i \in I^{II})\} \quad (7)$$



**Paso 4:** Calcule las medidas de separación, usando la distancia euclíadiana n- dimensional. La separación de la solución positiva y negativa se da como

$$D_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^+)^2}, j = 1, \dots, J \quad (8)$$

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^-)^2}, j = 1, \dots, J \quad (9)$$

**Paso 5:** Calcule la cercanía relativa a la solución ideal  $C_{j+}$ . La cercanía relativa de la i-ésima alternativa con respecto a la solución ideal  $A_+$  utilizando

$$C_j^+ = \frac{D_j^-}{D_j^+ + D_j^-}, j = 1, \dots, J \quad (10)$$

**Paso 6:** Clasificar el orden de preferencia. El porcentaje más alto de la cercanía relativa  $C_{j+}^*$  a la solución ideal determina es la mejor alternativa.

### Copras

El método COPRAS es un método MCDM que aplica números grises para evaluar varias alternativas de una aplicación de ingeniería. Los números grises son una sección de la teoría de los grises para confrontar información insuficiente o incompleta. Número blanco, número gris y número negro son las tres clasificaciones para distinguir el nivel de incertidumbre de la información.

El nivel de incertidumbre se puede expresar en tres números: blanco, gris y negro.

$$x_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m 1} \quad (\text{para } i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (11)$$

**Paso 2:** Determinar la matriz de decisión normalizada ponderada D mediante la siguiente ecuación:

$$D = [d_{ij}]_{max} = x_{ij} * w_j = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \cdots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \cdots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \cdots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (12)$$

Donde  $x_{ij}$  es el valor del rendimiento normalizado de la alternativa  $i^{th}$  sobre el criterio  $j^{th}$ , y  $w_j$  es el peso asociado a los criterios  $j^{th}$ .

**Paso 3:** Las sumas  $S_{i+}$  y  $S_{i-}$  de los valores normalizados se calculan para ambos criterios benéficos y no benéficos. Para criterios benéficos, son los mayores valores y para aquellos no benéficos son los de menores valores. Las sumas  $S_{i+}$  y  $S_{i-}$  se calculan usando las siguientes ecuaciones:

$$S_{i+} = \sum_{j=1}^k d_{ij} \quad (13) \quad S_{i-} = \sum_{j=1}^k d_{ij} \quad (14)$$

**Paso 4:** Determinar la importancia relativa o prioridad de la alternativa candidata  $Q_i$  por medio de la Ecuación:

$$Q_i = S_{i+} + \frac{\sum_{i=1}^m S_{i-}}{S_{i-} \sum_{i=1}^m \frac{1}{S_{i-}}} \quad (15)$$

El método COPRAS utiliza un procedimiento de clasificación y evaluación por etapas de las alternativas en términos de importancia y grado de utilidad [20]. La aplicación del método COPRAS consta de los siguientes pasos:

**Paso 1:** normalizar la matriz D (compuesta por alternativas, criterios o atributos, pesos de cada criterio y desempeño de las alternativas en cuanto a los criterios) por medio de la ecuación:

La importancia relativa de una alternativa  $Q_i$  muestra la extensión de satisfacción alcanzada por esa alternativa. Entre las alternativas, aquella con el mayor valor de importancia relativa es la mejor opción.

**Paso 5:** Calcule el rendimiento del índice ( $P_i$ ) de cada alternativa de la siguiente manera:

$$P_i = \left[ \frac{Q_i}{Q_{max}} \right] * 100\% \quad (16)$$

Donde  $Q_{max}$  es el valor máximo de la importancia relativa. El valor del Índice ( $P_i$ ) se utiliza para la obtención del ranking de las alternativas candidatas.

## Resultados

En este apartado, el problema de selección del material para un engranaje cónico recto del diferencial del Hino AK se resuelve con los métodos: COPRAS, TOPSIS Y VIKOR; para dar una mayor afirmación a los pesos se utiliza el método ENTROPÍA. En este proyecto se dispuso de 4 materiales: AISI 321(1), AISI 1040 (2), AISI 4140 (3), AISI 4337 (4), y 11 criterios como Densidad (A), Precio (B), Módulo de Young (C), Límite elástico (D), Radio Poisson (E), Resistencia a la tracción (F), Módulo de rotura (G), Dureza Brinell (H), Conductividad térmica (I), Coe-

ficiente de expansión (J) y Capacidad térmica (K). Los dos primeros criterios (densidad y precio) no son beneficiosos, cuando los valores menos relevantes no son deseables; mientras que los últimos nueve criterios son beneficiosos debido a que los valores más altos son deseables.

La tabla 2 muestra la matriz de decisión del problema que resume el desempeño de cada alternativa con respecto a cada criterio. Los pesos de los criterios derivados del método ENTROPÍA y el tipo de criterio también se muestran en la misma tabla.

**Tabla 2.** Matriz de Decisión.

Material	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	7,95	3,82	197,00	220,00	0,27	585,00	258,00	176,00	16,00	17,00	510,00
2	7,85	0,58	212,00	418,00	0,29	628,00	417,00	203,00	52,00	11,50	485,00
3	7,85	0,63	212,00	655,00	0,29	950,00	655,00	290,00	45,00	12,50	470,00
4	7,75	7,13	220,00	450,00	0,27	1448,00	810,00	435,00	39,40	15,00	450,00
Criterio	min	min	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.
Wj	0,0001	0,5273	0,001	0,0837	0,0008	0,0892	0,1058	0,0822	0,0935	0,0151	0,0013

## Aplicación del método Topsis

Para la obtención de la matriz normalizada se utiliza la Eq (4) como se observa en la tabla 3. Para la matriz normalizada por pesos se utiliza la Eq. (5) que se muestra en la tabla 4.

**Tabla 3.** Matriz normalizada.

Material	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	0,494	0,530	0,468	0,238	0,482	0,303	0,224	0,299	0,198	0,600	0,532
2	0,500	0,929	0,504	0,452	0,518	0,325	0,362	0,345	0,643	0,406	0,506
3	0,500	0,923	0,504	0,709	0,518	0,492	0,569	0,493	0,557	0,441	0,490
4	0,506	0,124	0,523	0,487	0,482	0,749	0,704	0,740	0,487	0,530	0,469

**Tabla 4.** Matriz normalizada por pesos.

Material	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	0,0000	0,2795	0,0005	0,0199	0,0004	0,0270	0,0237	0,0246	0,0185	0,0090	0,0007
2	0,0000	0,4897	0,0005	0,0379	0,0004	0,0290	0,0383	0,0284	0,0601	0,0061	0,0007
3	0,0000	0,4864	0,0005	0,0593	0,0004	0,0438	0,0602	0,0406	0,0520	0,0066	0,0007
4	0,0000	0,0652	0,0005	0,0408	0,0004	0,0668	0,0744	0,0608	0,0456	0,0080	0,0006

Desarrollando la Eq. (5) y (6) obtenemos la matriz de solución ideal y no ideal como indica la tabla 5; con la Eq. (8) y (9) conseguimos la separación ideal de la solución mostrada en la tabla 6.

**Tabla 5.** Matriz de solución ideal y no ideal.

Material	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Vj+	0,0000	0,4897	0,0005	0,0593	0,0004	0,0668	0,0744	0,0608	0,0601	0,0080	0,0007
Vj-	0,0000	0,0652	0,0005	0,0379	0,0004	0,0290	0,0383	0,0284	0,0456	0,0061	0,0006



**Tabla 6.** Matriz Separación ideal positiva y negativa.

Material	Dj+	Dj-
1	0,2300	0,2144
2	0,0653	0,4272
3	0,0350	0,4266
4	0,4252	0,0815

Por último, aplicando la Eq. (10) conseguimos la cercanía relativa y de esta manera el Ranking de los materiales donde la tercera opción es la ganadora debido al puntaje que obtiene, ver la tabla 7.

**Tabla 7.** Matriz Cercanía relativa y Ranking Cij.

Material	Cercanía Relativa	Ranking
1	0,4824	3
2	0,8675	2
3	0,9242	1
4	0,1608	4

#### Aplicación del método Copras

Con el uso de la Ecuación (11) resultan los valores de la matriz normalizada que se observa en la tabla 8, y de esta mediante la Ecuación (12) y multiplicado por cada peso de cada criterio, se obtiene la matriz estandarizada por pesos; visualizar tabla 9.

**Tabla 8.** Matriz normalizada.

Material	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	0,2532	0,3143	0,2342	0,1262	0,2411	0,1620	0,1206	0,1594	0,1050	0,3036	0,2663
2	0,2500	0,0477	0,2521	0,2398	0,2589	0,1739	0,1949	0,1839	0,3412	0,2054	0,2533
3	0,2500	0,0518	0,2521	0,3758	0,2589	0,2631	0,3061	0,2627	0,2953	0,2232	0,2454
4	0,2468	0,5862	0,2616	0,2582	0,2411	0,4010	0,3785	0,3940	0,2585	0,2679	0,2350

**Tabla 9.** Matriz normalizada por pesos.

Material	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	0,0000	0,1657	0,0002	0,0106	0,0002	0,0144	0,0128	0,0131	0,0098	0,0046	0,0004
2	0,0000	0,0252	0,0003	0,0201	0,0002	0,0155	0,0206	0,0151	0,0319	0,0031	0,0003
3	0,0000	0,0273	0,0003	0,0315	0,0002	0,0235	0,0324	0,0216	0,0276	0,0034	0,0003
4	0,0000	0,3091	0,0003	0,0216	0,0002	0,0358	0,0401	0,0324	0,0242	0,0040	0,0003

La sumatoria de cada criterio partiendo de C en adelante, se obtiene los criterios beneficiosos de cada alternativa, en cambio para los criterios no benefi-

ciosos resultan de A y B; utilizando las ecuaciones (13) y (14). En la tabla 10 se puede mirar los resultados.

**Tabla 10.** Matriz criterios beneficiosos y no beneficiosos.

Material	+	-
1	0,0661	0,1657
2	0,1071	0,0252
3	0,1407	0,0273
4	0,1588	0,3091
Suma Total	0,4727	0,5273

La importancia relativa o prioridad de cada alternativa candidata, se resuelve aplicando la Ecuación (15); los valores se observan en la tabla 11.

**Tabla 11.** Matriz de importancia relativa Q<sub>i</sub>.

Material	Q <sub>i</sub>
1	0,1032
2	0,3519
3	0,3661
4	0,1787
MAX	0,3661

Por último, aplicando la Eq. (16) se consigue el rendimiento del índice en el ranking de los materiales donde la tercera opción es la ganadora debido al puntaje que obtiene, ver la tabla 12.

**Tabla 12.** Matriz del Rendimiento del índice en el ranking.

Material	Rendimiento	Ranking
1	28,20	3
2	96,14	2
3	100,00	1
4	48,83	4

El material ideal que se instala en el primer puesto en el ranking de los tres métodos de toma de decisiones multicriterio aplicados anteriormente coinciden en una única solución que proporciona un mayor grado de confiabilidad al contemplar como el mejor candidato de material a la opción 3 (AISI 4140) debido a la mayor cantidad de factores positivos obtenidos, por ende posee los valores más altos en cuanto a los criterios de decisión relacionada con el módulo de Young (C), límite elástico (D), resistencia a la tracción (F), módulo de rotura (G), dureza Brinell (H) y conductividad térmica (I). En conclusión, dicho material es el más óptimo para emplear en un engranaje cónico recto de diferencial del Hino AK.

### Discusión Y Conclusiones

Los MCDM utilizados en el presente estudio permitieron la selección de un material para un engranaje cónico recto de diferencial del Hino AK aplicando criterios cuantitativos y cualitativos; además para la ponderación de las propiedades de los materiales candidatos se utilizó el método ENTROPÍA.

Según los métodos COPRAS y TOPSIS; la mejor opción de material es el AISI 4140 por sus altas propiedades mecánicas y térmicas; por tanto, la metodología de toma de decisiones multicriterio es empleado para resolver cualquier tipo de problema,

debido a la adaptación en función de la necesidad y son aplicables a la mayoría de áreas que comprende la ingeniería automotriz.

En una investigación diferente utilizando el método Topsis y Copras, resultan muy útiles para encontrar la mejor solución ideal óptima basado en un enfoque confiable y razonable, así como el criterio de los pesos abarca 3 parámetros principales [21]; en cambio en el estudio actual está enfocado en el límite elástico, resistencia a la tracción y factor de seguridad que proteja contra fallas por fatiga de flexión y esté dentro de los parámetros permitidos reflejando un paralelismo de los resultados.

Los resultados que se obtienen de la metodología Copras y Topsis para el resto de alternativas coinciden resumiendo que es directamente proporcional a los valores del ranking; es decir, el valor más alto es el mejor y el valor más bajo es el peor.

En el presente estudio se ha visto que la principal ventaja del método sobre los enfoques clásicos es que no requiere la hipótesis de tener preferencia de la subjetividad del diseñador, sino que resulta más apropiado se ajuste a parámetros reales desde el inicio del proceso; y puede lidiar con los diferentes problemas de selección de materiales con la dependencia de criterios.



## REFERENCIAS

- [1] AEADE, A. E. A. D. E. (2017). Ecuador. (2017). Sector Automotor en cifras, (5).
- [2] SENAE. Página principal. Servicio nacional de aduana del Ecuador. [Online]. Available: <https://goo.gl/X4Jk9k>
- [3] Izurieta, N. P. V. (2015). El Ecuador y el proceso de cambio de la matriz productiva: consideraciones para el desarrollo y equilibrio de la balanza comercial. Observatorio de la Economía Latinoamericana, (207).
- [4] Nash, F. C. B., & José, J. (1970). Fundamentos de mecánica automotriz.
- [5] González Zayas, J. C. (2012). Principios mecánicos del tren motriz de una caja de velocidades tipo estándar.
- [6] Orovio, M. (2010). Tecnología del automóvil. Madrid, España: Paraninfo.
- [7] Shigley, J. E. (1972). Mechanical engineering design.
- [8] i Romeva, C. R. (2010). Selección de materiales en el diseño de máquinas (Vol. 181). Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica.
- [9] Romero, C. (1996). Análisis de las decisiones multicriterio (No. 14). Madrid: Isdefe.
- [10] Kumar, D. S., & Suman, K. N. S. (2014). Selection of magnesium alloy by MADM methods for automobile wheels. International Journal of Engineering and Manufacturing, (2), 31-41.
- [11] Nash, F. C. B., & José, J. (1970). Fundamentos de mecánica automotriz.
- [12] Riba Romeva, C. (2008). Selección de materiales en el diseño de máquinas.
- [13] Davis, J. R. (Ed.). (2005). Gear materials, properties, and manufacture. ASM International.
- [14] Mayor, J., Botero, S., & González-Ruiz, J. D. (2016). Modelo de decisión multicriterio difuso para la selección de contratistas en proyectos de infraestructura: caso Colombia. Obras y proyectos, (20), 56-74
- [15] Chatterjee, P., & Chakraborty, S. (2013). Gear material selection using complex proportional assessment and additive ratio assessment-based approaches: a comparative study. International Journal of Materials Science and Engineering, 1(2), 104-11
- [16] CES-EDUPACK, «Software para selección de materiales.,» 2013.
- [17] MatWeb, L. L. C. (2014). Material property data. MatWeb, [Online]. Available: <http://www.matweb.com>.
- [18] Salazar Loor, R. B. (2018). Selección de materiales mediante métodos multicriterio (MCDM) aplicado a la parte lateral de una estructura autoportante para vehículos livianos, verificación mediante simulación FEM.
- [19] Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., & Ignatius, J. (2012). A state-of the-art survey of TOPSIS applications. Expert Systems with applications, 39(17), 13051-13069.
- [20] Kundakci, N., & Işık, A. (2016). Integration of MACBETH and COPRAS methods to select air compressor for a textile company. Decision Science Letters, 5(3), 381-394.
- [21] Penades Pla, V. (2017). Aplicación de la toma de decisión multicriterio al diseño sostenible de puentes de hormigón.

**Línea de investigación:**  
**ENERGÍA Y MATERIALES**

Impacto de la generación distribuida conectada en la red de distribución radial secundaria de bajo voltaje 2E/E.

Luis Daniel Andagoya Alba

**Departamento/Facultad/Escuela**  
Comisión de Investigación

**Universidad/Instituto**  
Instituto Tecnológico Superior Central Técnico

andagoyaalba@gmail.com

**Resumen**

El presente trabajo analiza el impacto de la Generación Distribuida (GD) conectada en la red de distribución secundaria 2E/E (Monofásica a tres hilos) sobre los perfiles de voltaje en todos los nodos del alimentador, así como en las perdidas de potencia en la red de distribución. Para el análisis se ha modelado un alimentador primario en medio voltaje así como la red de secundaria en bajo voltaje en configuración 2E/E (Monofásica a tres hilos), en la cual se ha instalado generación fotovoltaica en los nodos de conexión de los usuarios a la red eléctrica. La conexión de la Generación Distribuida se realizó basándose en dos criterios, el porcentaje de penetración de Generación Distribuida así como el porcentaje de dispersión de la Generación Distribuida en los nodos de la red. Los resultados muestran que en general el ingreso de este tipo de generación en el sistema mejoran los niveles de voltaje en los nodos de la red y reducen las perdidas del sistema, sin embargo esto depende del porcentaje de penetración de la Generación distribuida así como del nivel de dispersión en los nodos de la red.

*Palabras clave—Generación Distribuida; Red de Distribución Secundaria; Perfil de Voltaje; Energía Renovable; Alimentador Primario. Configuración 2E/E.*

**Abstract**

The present work analyzes the impact of the Distributed Generation (GD) connected in the secondary distribution network 2E / E (single phase to three wires) on the voltage profiles in all nodes of a feeder and in the power losses in the distribution network. For the analysis, a primary feeder has been modeled in medium voltage as well as the secondary network in low voltage 2E / E (single-phase to three wires) configuration, in which photovoltaic generation has been connected in the connections nodes of the users to the electric network. The connection of the Distributed Generation was made based on two criteria, the percentage of Distributed Generation penetration as well as the dispersion percentage of the Distributed Generation in the network nodes. The

results show that in general the connection of this kind of generation in the system improves the voltage levels in the network nodes and reduce the losses in the system, however the improvement depends on the percentage of penetration of the distributed generation as well as the level of dispersion in the nodes of network..

*Keywords — Distributed Generated, Secondary Distribution Network, Voltage profile, Renewable Energy, Primary Feeder, 2E/E Configuration.*

**1. Introducción**

Los esfuerzos por des carbonizar la producción energética así como la necesidad de cumplir los ob-



jetivos medioambientales han provocado que las investigaciones se centren en lo que se conoce como generación limpia, es decir, energías renovables dentro de las cuales está la generación fotovoltaica (Ioan, Abrudean & Bica, 2016). Hace unos años el alto coste que significaba una instalación fotovoltaica hacía muy difícil la difusión de este tipo de generación en los consumidores domésticos, sin embargo en los últimos años los costos de este tipo de generación han bajado de una forma considerable, haciendo que este tipo de generación sea cada vez más accesible y competitiva en relación a la generación del tipo convencional (Ogunjuyigbe, Ayodele & Akinola, 2016; Balamurugana, Srinivasana & Reindl, 2012; Campusano, 2013).

La previsión a futuro es la instalación de sistemas de generación fotovoltaica por parte de los usuarios finales inicialmente para su propio autoconsumo y posteriormente para una generación que se podría ingresar a la red. Estas nuevas formas de generación conectadas en las viviendas provocara un flujo de potencia bidireccional para los cual las redes eléctricas no están previstas. En el Ecuador las redes de distribución son en su gran mayoría con una configuración 2E/E (monofásicas a tres hilos) por lo que la generación distribuida deberá conectarse bajo este mismo esquema, provocando algunos cambios en los parámetros eléctricos del sistema de distribución, especialmente en los niveles de voltaje y en las perdidas en la red (Empresa Eléctrica Quito, 2015; Short, 2006; IEEE, 2000).

El presente trabajo presenta un análisis del efecto en la red de distribución de la conexión de generación distribuida en la red secundaria de bajo voltaje con configuración 2E-E (monofásica a tres hilos) típica de Ecuador

Para el análisis se tomaron en consideración dos parámetros, el nivel de Penetración de la Generación Distribuida en el sistema y el Grado de Dispersión de la misma. La metodología planteada será aquella utilizada en los análisis de impacto en la red de este

tipo de generación realizada en otros estudios con diferentes configuraciones de red y en distintos niveles de voltaje a los planteados en el presente trabajo (Garcia-Villalobos, Eguia, Torres, & Etxegarai, 2017; Mourad, Mohamed, 2016; Wei, 2014; Davda, Parekh, 2012).

El trabajo está dividido en cuatro secciones, una introducción, metodología de análisis, resultados y conclusiones que se pueden obtener del trabajo.

## 2. Metodología.

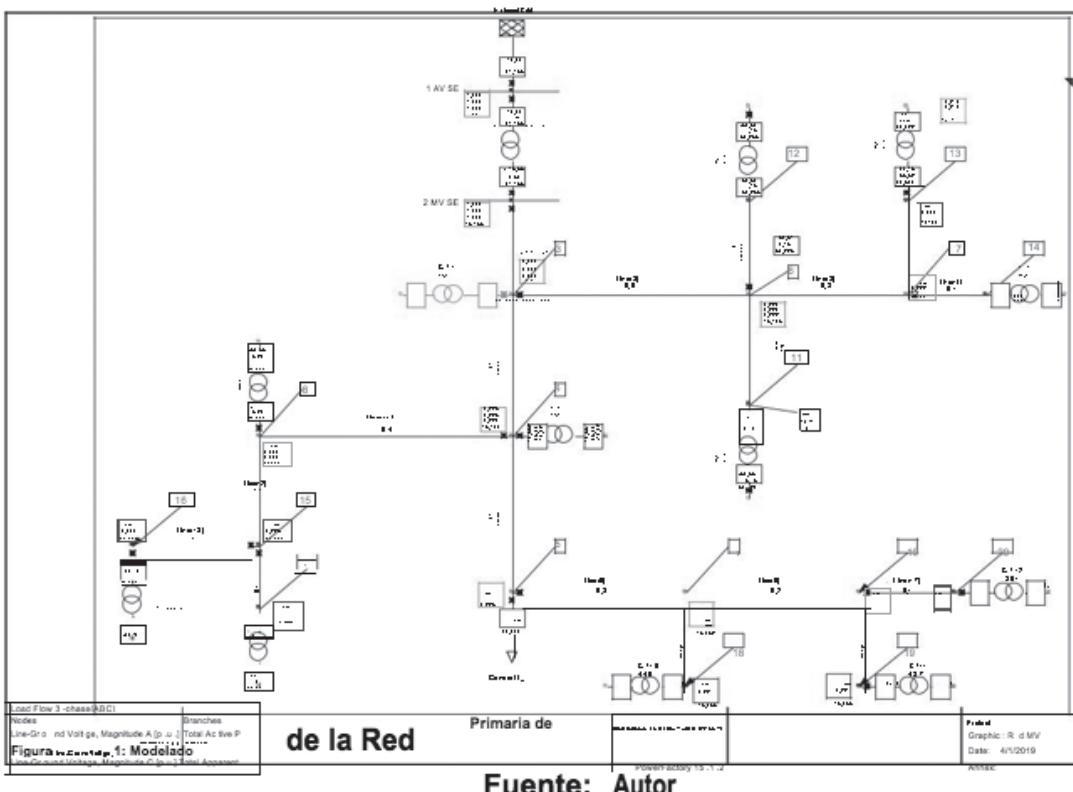
El trabajo empieza con el modelado de la red desde la subestación de distribución, alimentador primario en medio voltaje (22.8KV), transformadores de distribución monofásicos, redes de bajo voltaje (240/120V) y usuarios finales representados por cargas estáticas (Empresa Eléctrica Quito, 2015). La generación fotovoltaica se conecta a la red a través de los nodos en los que están conectados las cargas estáticas que representan los usuarios.

El análisis se lo realiza por escenarios de funcionamiento tomando en consideración dos parámetros, el grado de penetración fotovoltaica en la red y el grado de dispersión de la generación distribuida en la misma.

La red se modelo en el software PowerFactory para los estudios de flujo de carga en los diferentes escenarios en los cuales se realiza el análisis.

### 2.1. Modelado de la red primaria de distribución.

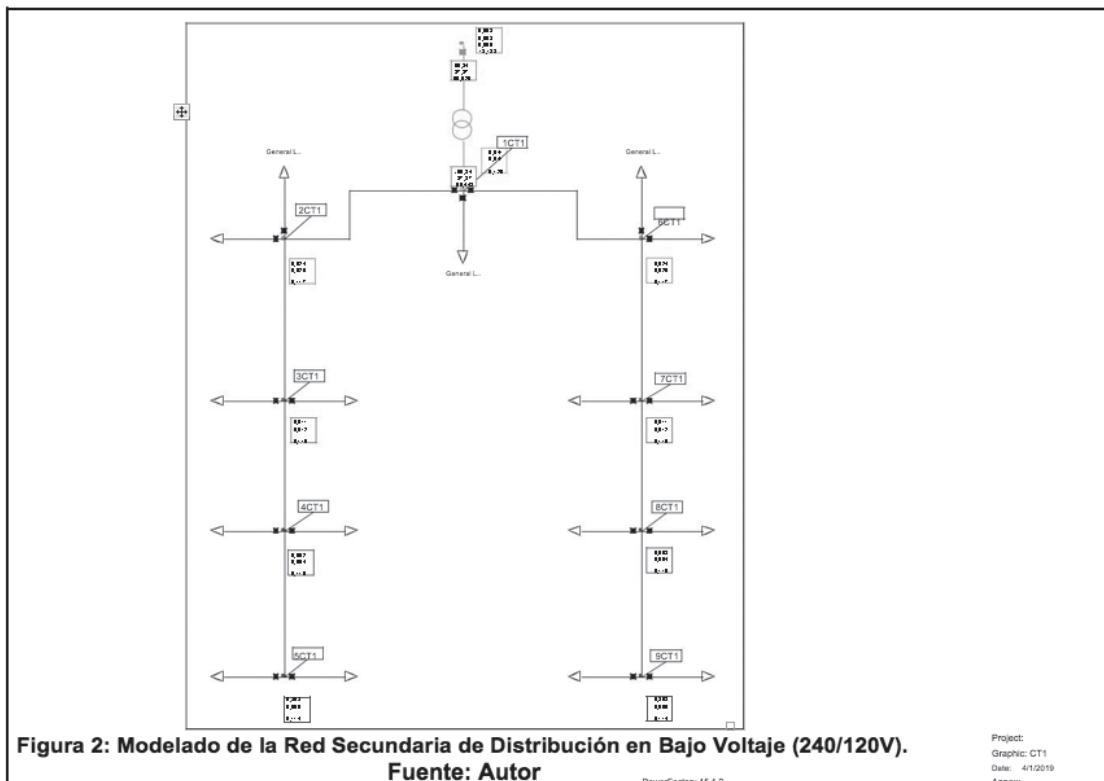
En este trabajo se modelo un alimentador primario en 22.8KV de alrededor de 1MVA de demanda, y que consta de 20 nodos y 12 transformadores de distribución monofásicos, tomando en consideración la topología básica de las redes primarias existentes en el Ecuador (Redes radiales) (Empresa Eléctrica Quito, 2015; Wei, 2014). La red primaria de medio voltaje se modeló con un calibre de 3/0 en configuración trifásica para la troncal y 1/0 para los ramales en configuración monofásica o trifásica dependiendo del caso.



## 2.2. Modelado del la red secundaria de distribución.

Para la red secundaria de bajo voltaje se considero una red en configuración 2E/E (Monofásica a tres hilos) que consta de un transformador de distribución secundaria y cuatro vanos a cada lado del transformador,

además, la red secundaria se modeló con un calibre de 3/0 tanto para las fases como para el neutro mientras que el conjunto de usuarios son simulados a través de dos cargas estáticas de 3.5KVA cada una (Empresa Eléctrica Quito, 2015).





### 2.3. Modelado del sistema de generación fotovoltaica.

El modelo genérico de una instalación fotovoltaica para conexión a red se muestra en la Figura 3, este modelo consta de un arreglo de paneles fotovoltaicos, un capacitor de línea y un inversor para la posterior conexión a la red (Mahmood, 2012).

cos, un capacitor de línea y un inversor para la posterior conexión a la red (Mahmood, 2012).

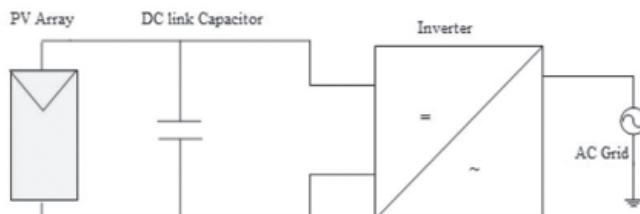


Figura 3: Esquema básico de un sistema fotovoltaico para conexión a red.

Fuente: Mahmood, 2012

El modelo presentado en la Figura 3 se puede representar de dos formas en el programa computacional Power Factory.

Mediante una red en la que el arreglo de paneles fotovoltaicos se representa a través de una fuente de corriente independiente, un capacitor de línea y un inversor PWM para su conexión a red.

La segunda forma de representar un sistema fotovoltaico es a través de un Generador Estático (Static Generator), este modelo se conecta directamente a la red debido a que internamiento contiene los elementos necesarios para su conexión directa (Mahmood, 2012).

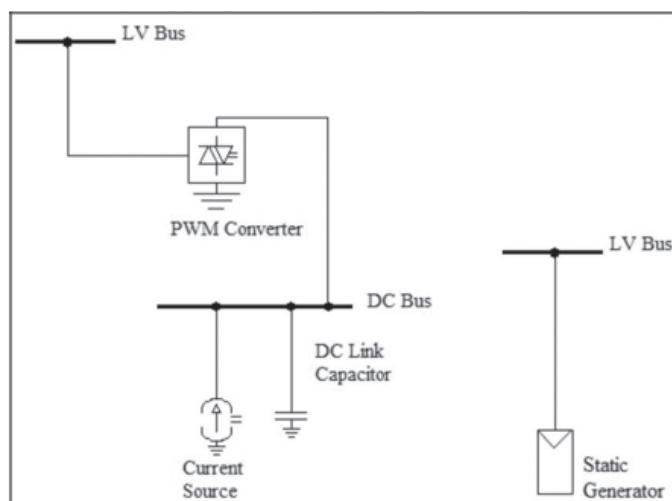
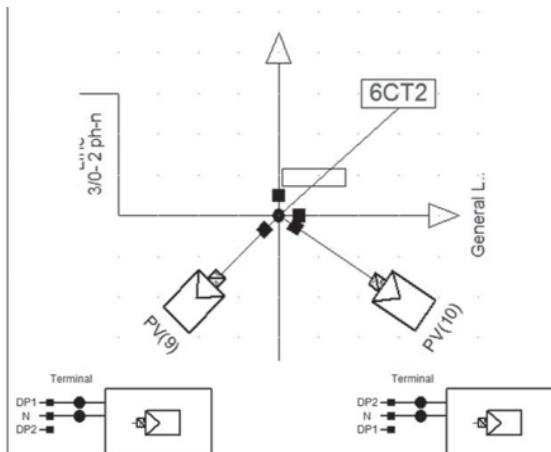


Figura 4: Diferentes sistemas fotovoltaicos modelados en Power Factory

Fuente: Mahmood, 2012

En el presente trabajo se utiliza el modelo de Generador Estático por la facilidad de conexión a la red. Este modelo de generador presenta dos configuraciones de conexión, trifásico y monofásico, por tal

razón será necesario la conexión de dos sistemas monofásicos equilibrados en cada nodo en la red), como se muestra en la Figura 4.



**Figura 5: Conexión de sistema Fotovoltaico monofásico a red de distribución secundaria 2E/E.**  
**Fuente:** Autor

La potencia de generación que cada usuario puede tener está normada a través de la regulación No 003/18 del ARCONEL, en la cual se detalla que un usuario residencial puede tener hasta 100KW de autogeneración para su propio consumo y/o ingreso en la red (ARCONEL, 2018). Bajo esta premisa los generadores instalados en el presente trabajo están muy por debajo de esta potencia de generación, cumpliendo la normativa establecida como se verá más adelante.

#### 2.4. Escenarios de operación.

Los escenarios de operación toman como referencia el estado inicial de la red sin ningún tipo de autogeneración fotovoltaica por parte de los usuarios (Escenario 0). Los demás escenarios resultan del análisis de dos parámetros que permiten medir la incidencia de la autogeneración o generación distribuida en la red.

##### 2.2.1 Grado de penetración de generación fotovoltaica.

El grado de penetración (%GP) se define como la relación existente entre la generación fotovoltaica generada y la demanda máxima de la red en un estado de operación determinado (Mourad, Mohamed, 2016). Matemáticamente se representa como:

$$\%GP = \frac{P_{PH}}{P_L} \quad (1)$$

Donde:

%GP = Grado de penetración de energía fotovoltaica en la red.

PPH= Potencia de generación fotovoltaica conectada en la red.

PL= Potencia total de demanda conectada en la red.

##### 2.2.2 Grado de dispersión de generación fotovoltaica.

El grado de dispersión (%GD) se define como la relación existente entre el número de nodos con carga y con generación fotovoltaica y el número de nodos totales de la red en estudio con carga (Balamurugan, Srinivasana & Reindl, 2012; Mourad, Mohamed, 2016).

$$\%GD = \frac{\#Bus_{PH}}{\#Bus_L} \quad (2)$$

Donde:

%GD = Grado de dispersión de energía fotovoltaica en la red.

#BusPH= Número de nodos con carga y generación fotovoltaica.

#BusL=Número de nodos con carga totales del sistema.

##### 2.2.3 Escenarios en función del Grado de penetración de generación fotovoltaica.



Para la configuración de los escenarios tomando en consideración este parámetro se han separado en pasos de aproximadamente 25% de la carga total del sistema. Esto permite observar el efecto de la

generación distribuida en función de la potencia generada. Con esta consideración se tienen los como resultado los escenarios mostrados en la Tabla 1.

**Tabla 1: Escenarios a estudiar según Grado de penetración fotovoltaica.**

	ESCENARIO					
	0	1	2	3	4	5
Grado de Penetración Fotovoltaico (%)	0	26	52	76	102	138
Potencia total Fotovoltaica (KW)	0	203.86	402.65	590.26	793.49	1079.88

Fuente: Autor.

Se han creado 6 escenarios de operación en los cuales el escenario 5 corresponde a un nivel de inserción en la red superior al 100% de la carga total conectada, esto con el objetivo de observar un escenario adicional con un ingreso directo de energía en la red (Priyangika, Wijayapala & Wijekon, 2016). Los resultados se muestran más adelante.

#### 2.2.4 Escenarios en función del Grado de dispersión de generación fotovoltaica.

Al igual que para la configuración de los escena-

rios del subcapítulo anterior se han tomado pasos de aproximadamente 25% del número total de nodos con carga. Este parámetro no puede superar el 100% puesto que este sería el escenario en el cual todos los nodos tendrían generación fotovoltaica conectada.

Para todos estos escenarios se ha considerado un grado de penetración de generación fotovoltaica de aproximadamente 50%. Los escenarios a estudiar bajo este parámetro se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2: Escenarios a estudiar según Grado de dispersión de la generación fotovoltaica.**

	ESCENARIO				
	0	1	2	3	4
Grado de Dispersión (%)	0	24	50	75	100
# Nodos con Generación Fotovoltaica	0	26	54	81	108

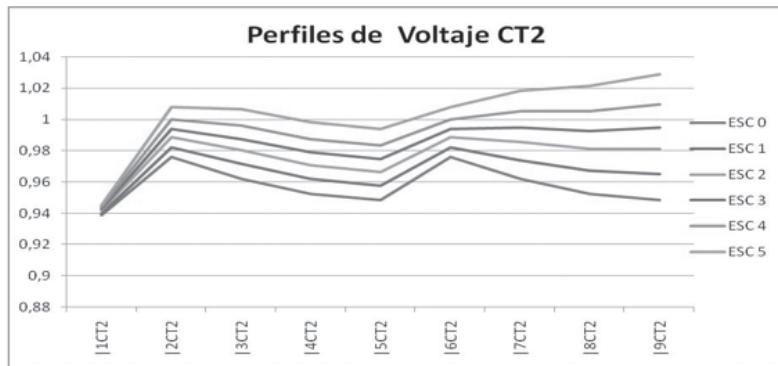
Fuente: Autor.

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS.

Para la presentación de resultados se ha optado por realizar gráficas que muestran la evolución de los perfiles de voltaje en función de los dos parámetros antes descritos. Los resultados finales se muestran en los siguientes subcapítulos.

#### 3.1. Incidencia del Grado de Penetración Fotovoltaica en los perfiles de voltaje.

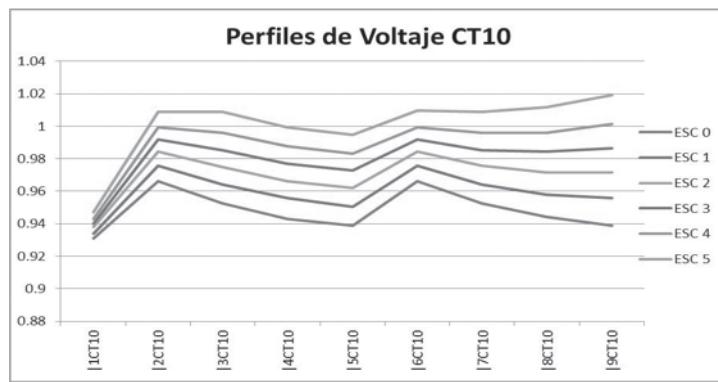
El análisis completo consta de los perfiles de voltaje de todos los transformadores que conforman la red, a continuación se presentan únicamente dos ejemplos tomados de forma aleatoria de los resultados obtenidos. Los demás resultados mantienen un patrón similar al los mostrados a continuación.



**Figura 6: Perfil de voltaje de red secundaria asociada al transformador CT2.**  
**Fuente:** Autor.

La gráfica de la Figura 6 muestra el perfil de voltaje de la red que conforma el Centro de Transformación 2 (CT2) para diferentes grados de penetración fotovoltaica en la red, el grafico muestra cómo afecta el

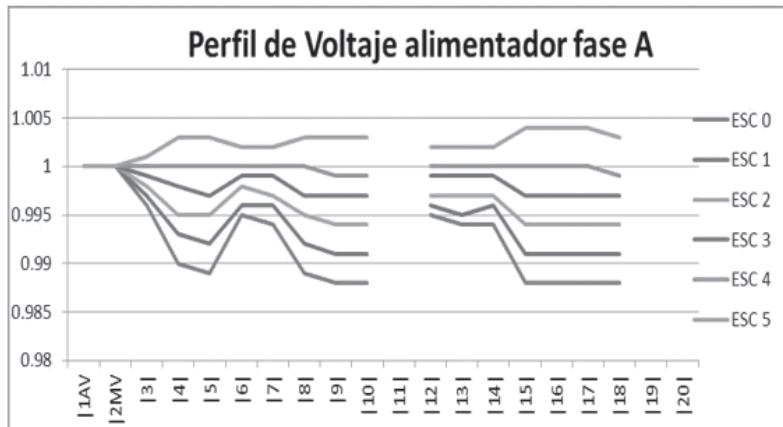
ingreso de la generación fotovoltaica a los perfiles de voltaje, en este caso mientras mayor potencia fotovoltaica en el sistema existe una mejoría en los perfiles de voltaje de la red.



**Figura 7: Perfil de voltaje de red secundaria asociada al transformador CT10.**  
**Fuente:** Autor.

La gráfica de la Figura 7 muestra el perfil de voltaje del circuito secundario asociado al transformador CT10, en el cual se muestra la misma tendencia que

en el grafico anterior, es decir, a mayor generación fotovoltaica mejor son los niveles de voltaje en los nodos.



**Figura 8: Perfil de voltaje del alimentador primario en medio voltaje.**  
**Fuente:** Autor.

La gráfica de la Figura 8 muestra el perfil de voltaje del alimentador primario de medio voltaje, el mismo muestra que el ingreso de generación distribuida en

la red ayudan al mejoramiento de los niveles de voltaje en el alimentador manteniendo el mismo patrón que en las redes secundarias de bajo voltaje.



### 3.2. Incidencia del Grado de Penetración Fotovoltaica en las perdidas de potencia activa en la red.

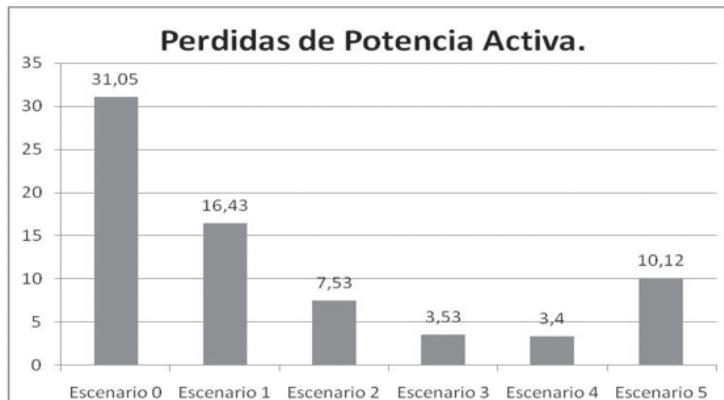


Figura 9: Perdidas de potencia activa en la red de distribución primaria y secundaria.

Fuente: Autor.

En lo referente a las perdidas técnicas se nota una disminución de las mismas a medida que se aumenta la potencia de generación fotovoltaica como se muestra en la gráfica de la Figura 9, esto tiene lógica puesto que las redes están llevando menos energía desde la subestación hasta los consumidores por lo tanto las corrientes en las líneas son menores así como las perdidas en la red, sin embargo se nota que en el Escenario 5 ( $GP=138\%$ ) las perdidas son mayores a los escenarios 1, 2, 3 y 4. Esto se debe a que la red de distribución pasó de ser una red de distribución a una red de transmisión, sin embargo esta red no fue diseñada para cumplir esa función por lo que las pérdidas empiezan a au-

mentar e inclusive podría ser mayor al Escenario 0 que corresponde a un escenario sin generación fotovoltaica.

### 3.3. Incidencia del Grado de Dispersión Fotovoltaica en los perfiles de voltaje.

Para esta parte del análisis se tiene cinco escenarios de operación que dependen del grado de dispersión de la generación distribuida en la red, a continuación se presentan dos ejemplos de las gráficas que muestran el efecto de este parámetro en el perfil de voltaje tanto en las redes secundarias como primarias que componen la red en estudio.

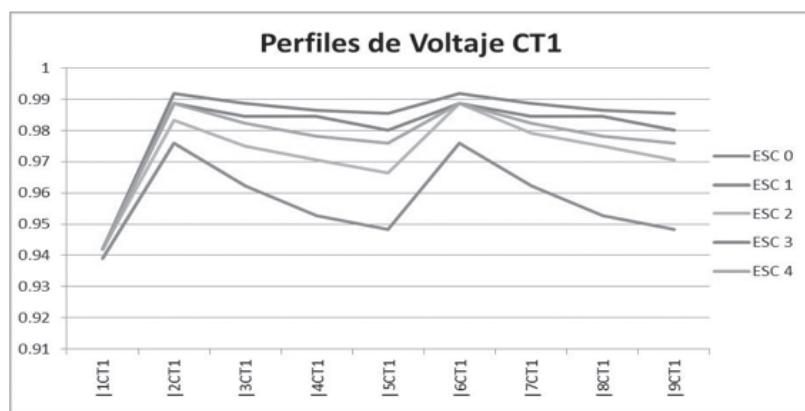


Figura 10: Perfil de voltaje de red secundaria asociada al transformador CT1.  
Fuente: Autor.

La gráfica de la Figura 10 muestra la variación del voltaje en los nodos del transformador CT1, en este caso el aumento de la dispersión mejora los niveles de voltaje en la red secundaria sin embargo de-

penderá del caso en estudio cual de los escenarios es el más óptimo, en el caso de la figura anterior el escenario con mejor nivel de voltaje corresponde al Escenario 3 con alrededor de 75% de dispersión.

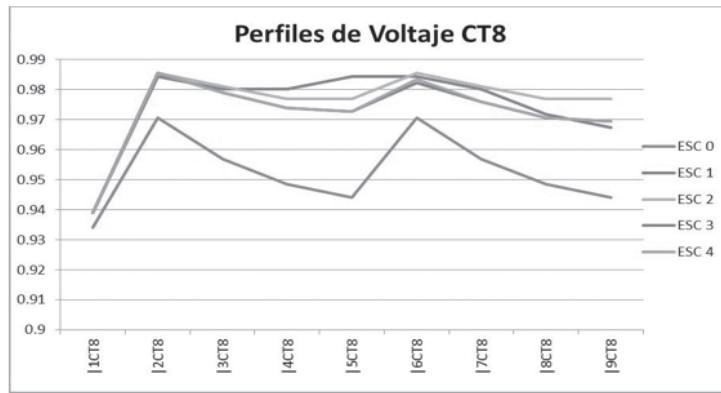


Figura 11: Perfil de voltaje de red secundaria asociada al transformador CT8.

Fuente: Autor.

La gráfica de la Figura 11 muestra el perfil de voltaje del Centro de Transformación CT8, a diferencia del anterior casi no se tiene mucha variación con referencia a la mejora de los niveles de voltaje en función de los porcentajes de dispersión, en este

caso específico se podría decir que la mejora en el nivel de voltaje no está relacionada con el porcentaje de dispersión sino más bien con el grado de penetración fotovoltaica en el sistema.

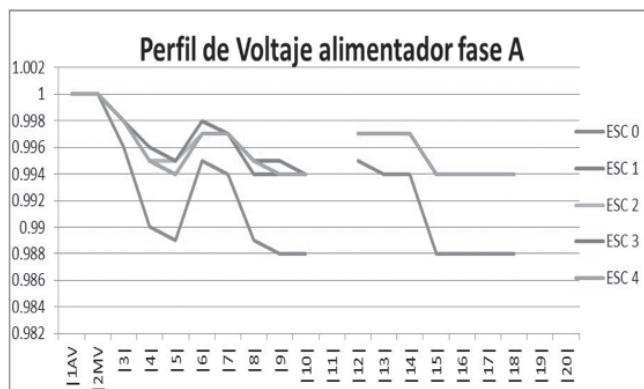


Figura 12: Perfil de voltaje del alimentador primario en medio voltaje.

Fuente: Autor.

En el caso del perfil de voltaje en el alimentador primario en MV, según muestra la Gráfica de la Figura 12. Mantiene la tendencia que muestran los circuitos secundarios en bajo voltaje es decir, existe una mejora en los niveles de voltaje que se mantienen

relativamente uniformes con la variación de la dispersión de la generación.

### 3.4. Incidencia del Grado de Dispersión Fotovoltaica en las perdidas de potencia activa en la red.

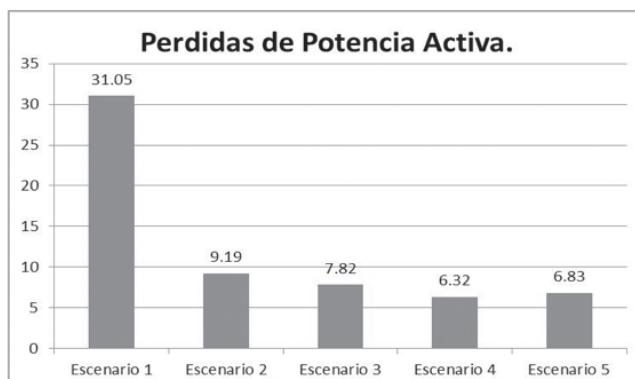


Figura 13: Perdidas de potencia activa en la red de distribución primaria y secundaria.

Fuente: Autor.



En lo referente a las pérdidas de potencia en la red existe una variación que depende del nivel de dispersión sin embargo esta diferencia no es tan significativo con lo que se podría decir que la disminución de las perdidas están más relacionadas con el grado de penetración fotovoltaica antes que con el grado de dispersión.

#### 4. Conclusiones.

En el presente trabajo se muestra el análisis del impacto de conectar generación distribuida en la red secundaria de bajo voltaje en configuración 2E/E (Monofásica a tres hilos), que constituye la configuración típica de Ecuador.

Para el presente análisis se realizó escenarios de operación tomando en consideración dos parámetros, el Grado de Penetración Fotovoltaica en la red y el Grado de Dispersión de la Generación distribuida en los nodos de conexión de la carga.

De forma general el ingreso de la Generación Distribuida en la red mejoran los niveles de voltaje en los nodos dependiendo del Grado de Penetración Fotovoltaica en la red, mientras mayor este índice mejor perfil de voltaje se tiene en toda la red de distribución.

El Grado de dispersión fotovoltaica en la red repercuten de forma positiva en los perfiles de voltaje pero depende de cada caso el escenario óptimo, en algunos casos se notó que un valor bajo de grado de dispersión provocaban mejores perfiles de voltaje antes que con valores altos de dispersión.

En lo referente a las pérdidas de la red, estas también se ven reducidas por la inserción de Generación Distribuida, esto se debe a que la red convencional mientras mayor es el ingreso de Generación Distribuida, menor potencia transmite a través de sus líneas por lo que las pérdidas se ven también reducidas.

En el presente trabajo se analizó escenarios cuyo valor máximo tanto para el Grado de Penetración Fotovoltaica como para el Grado de Dispersión estaban en alrededor del 100%, estudios a futuro deberán realizarse para valores que superen este valor puesto que en estos futuros escenarios presentarán un efecto regresivo, es decir, tanto los niveles de voltaje como las pérdidas del sistema empeoran inclusive mucho más que en un escenario con generación convencional. Estos escenarios se analizarán en trabajos futuros.



## REFERENCIAS

- Ioan Dulau, L. Abrudean, L. Bica, M. (2016). Optimal Location of a Distributed Generator for Power Losses Improvement. *Procedia Technology*, 22, 734–739. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.protcy.2016.01.032>
- Ogunjuyigbe, A. Ayodele, T. Akinola, O. (2016). Impact of distributed generators on the power loss and voltage profile of sub-transmission network. *Journal of Electrical System and Information Technology*, 3, 94-107. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jesit.2015.11.010>
- Balamurugana, K. Srinivasana, D. Reindl, T. (2012). Impact of Distributed Generation on Power Distribution Systems. *Energy Procedia*, 25, 93–100. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2012.07.013>
- Campusano, G. (2013). Impacto de la generación distribuida en la operación de la distribución (Memoria de Ingeniería, Universidad de Chile, Chile). Recuperado de: [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/114121/cf-campusano\\_gg.pdf?sequence=1](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/114121/cf-campusano_gg.pdf?sequence=1)
- Empresa Eléctrica Quito. (2015). Normas para Sistemas de Distribución. (Revisión 06). Quito, Ecuador.
- Short, T. (2006). Electric Power Distribution Equipment and Systems. Boca Raton, FL, United States of America: CRC Pres.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2000). IEEE Standard General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers. New York, United States of America.
- Garcia-Villalobos, J. Eguia, P. Torres, E. & Etxegarai, A (2017). Impact of Photovoltaic Self-consumption on Power Losses and Voltage Levels of MV Distribution Networks. IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT-Europe). doi: <http://dx.doi.org/10.1109/ISGTEurope.2017.8260161>
- Mourad, N. Mohamed, B. (2016). Impact of Increased Distributed Photovoltaic Generation on Radial Distribution Networks. International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT), 292–295. doi: <http://dx.doi.org/10.1109/CoDIT.2016.7593576>
- Wei, M. (2014). Impact of Distributed Generation on Power System. *Applied Mechanics and Materials* (543-547), 681–684. doi: <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.543-547.681>
- Davda, A. Parekh, B. (2012). System Impact Analysis of Renewable Distributed Generation on an Existing Radial Distribution Network. IEEE Electrical Power and Energy Conference. doi: <http://dx.doi.org/10.1109/EPEC.2012.6474936>
- Mahmood, F. (2012). Improving the Photovoltaic Model in PowerFactory (Master thesis, KTH Royal Institute of Technology, Estocolmo, Suecia). Recuperado de: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:571921/FULLTEXT01.pdf>
- ARCONEL. (2018). Regulación Nro. 003/18 “Microgeneración fotovoltaica para autoabastecimiento de consumidores finales de energía eléctrica”. Quito, Ecuador.
- Priyangika, A. Wijayapala, W. & Wijekon, H. (2016). The Impact of Distributed Generation on Transmission and Distribution Losses in Sri Lankan Power System. Electrical Engineering Conference (EECon). doi: <http://dx.doi.org/10.1109/EECon.2016.7830935>



**Línea de investigación:**  
**ENERGÍA Y MATERIALES**

Medición de la contaminación generada por la gasolina extra (85 octanos) super (90 octanos) con el uso de aditivos, usando un sistema de cánister.

Ing. José Andrés Beltrán Ruiz

**Departamento/Facultad/Escuela**  
Carrera Mecánica Automotriz,

**Universidad/Instituto**  
Instituto Tecnológico Superior Central Técnico

joseandresbeltran16@gmail.com

**Resumen**

En la actualidad, en Ecuador debido al alza de precios de combustibles muchos vehículos han dejado de utilizar la gasolina súper y la han reemplazado por extra, sin tomar en cuenta las consecuencias que puede tener en el funcionamiento del vehículo. El objetivo de esta investigación es medir el grado de contaminación que se genera dependiendo del uso de gasolina extra o super y aditivos de combustibles (ganadores de octanaje). Para el desarrollo del estudio se realizó una investigación de campo, efectuándose los trabajos en un taller automotriz especializado en vehículos a gasolina, además se recopiló información bibliográfica sobre las características de los combustibles. El desarrollo del experimento se efectuó con la ayuda de un cánister para el lavado de inyectores y se concluyó que el uso de un ganador de octanaje en la gasolina extra ayuda a mejorar el rendimiento de la misma, generando también un ahorro en cada repostada de combustible, sin embargo, el uso del mismo más el aditivo aumenta el porcentaje de contaminantes, mismos que fueron cuantificados usando un analizador de gases. En el experimento también se probó la eficacia al usar una mezcla de combustibles extra - super en un porcentaje de 50% cada uno, además se adicionó en la medición de la polución un ganador de octanaje, y el resultado que se obtuvo es que de esta manera aumentan aún más los valores de contaminación (Reyes Martínez, 2016).

*Palabras Claves— Contaminación, gasolina extra, gasolina super, ganador de octanaje, detonación*

**Abstract**

The objective of this research is to measure the degree of pollution that is generated depending on the use of extra or super gasoline and octane winners. A field investigation was carried out for the development, carrying out the work in an automotive workshop specializing in gasoline vehicles, in addition to collecting bibliographic information on the characteristics of the fuels. The development of the experiment was carried out with the help of a canister for the washing of injectors and it was concluded that the use of an octane winner in the extra gasoline helps to improve the performance of the same, also generating a saving in each tanker, without However, the use of this fuel plus the additive increases the percentage of contaminants, which were quantified using a gas analyzer; In the experiment, the effectiveness was also proven by using a mixture of extra - super fuels in a percentage of 50% each, in addition an octane winner was added in the pollution measurement, and the result obtained is that of this way it further increases the pollution values.

*Keywords — Pollution, extra gasoline, super gasoline, octane winner, detonation*

## 1. Introducción.

La contaminación ambiental producida por gases de escape son emisiones contaminantes hacia el medio ambiente y por ello es uno de los problemas más grandes a los que la población mundial se enfrenta. En nuestro país no se han implementado completamente programas de revisión vehicular, como en la ciudad de Quito.(Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2007). En la actualidad solo en las ciudades más grandes existen programas de control del estado vehicular y de emisiones, siendo el Ecuador un país con mucha bio diversidad es importante que se cuide el medio ambiente, con un control de emisiones de los gases de escape, teniendo en cuenta que de esta manera se puede mejorar la calidad del aire en las grandes urbes(Meneches, n.d.).

Según la norma “INEN NTE INEN 2204, que expllica la gestión ambiental. Aire, vehículos automotores, límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que utilizan gasolina”, indican los parámetros permitidos de contaminación por vehículos que usan gasolina(INEN, 2017). En un estudio realizado por la Cámara Nacional de Distribuidores de Derivados de Petróleos del Ecuador (Cámara Nacional de Distribuidores de Derivados de Petróleos del Ecuador Camddepe, 2012) dice

que en la actualidad se ha visto un notable incremento en el uso de la gasolina extra desde el año 2012 en donde hubo una mejoría en la calidad de los combustibles, pasando de 81 a 87 octanos, mejorando así su capacidad anti detonante. Sin embargo, en la actualidad esa calidad ha disminuido en 2 puntos, teniendo la gasolina super una diferencia no muy significativa, 90 octanos, por lo que su uso se ha reducido del 13,8% de participación en el mercado en 2012 al 5,2% en la actualidad, esto se debe también al aumento en su valor de comercialización, que pasó de \$2,00 dólares hasta llegar a \$2,98 dólares, siendo un incremento de prácticamente el 50% (Cámara Nacional de Distribuidores de Derivados de Petróleos del Ecuador Camddepe, 2012). Por estos motivos, en la actualidad muchos conductores usan únicamente gasolina extra y un pequeño grupo usa la mezcla de las dos gasolinas y en varios casos pueden adicionar un aditivo al combustible(Cámara Nacional de Distribuidores de Derivados de Petróleos del Ecuador (Camddepe, 2012).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de contaminación con el uso de estos combustibles o mezclas, se rigen a los valores de INEN y de la revisión técnica vehicular.

Tabla 1. Valores permitidos en la Revisión Técnica Vehicular.

UMBRAL DE MEDICIÓN DE GASES						
GASES	RPM	AÑO	CALIFICACIONES (TIPO 1-2-3-4)			UNIDADES
HC	ALTAS	>2000	0-160	160-180	180-200	>200
	BAJAS		0-161	160-181	180-201	>201
CO	ALTAS	>2000	0-0,6	0,6-0,8	0,8-1	>1
	BAJAS		0-0,7	0,6-0,9	0,8-2	>2
O2	ALTAS	>2000	0-3	3-4	4-5	>5
	BAJAS		0-4	3-5	4-6	>6

Fuente: Ordenanza 213 del Distrito Metropolitano de Quito

## 2. Metodología

En el presente estudio se utilizó la metodología de campo realizada en el taller “Mecánica Europea” ubicado en el sector norte de la ciudad de Quito. También se realizó el estudio bibliográfico en las normas INEN del Ecuador y de la Ordenanza 213 del Distrito Metropolitano de Quito.

El Procedimiento para el análisis de gases se realizó de la siguiente manera:

- Para realizar el análisis de gases de una manera adecuada, controlando al 100% el tipo de combustible que ingresa en el motor y sin necesidad de sacar el tanque de combustible, se usó un sistema de cánister, empleado también para la limpieza de los inyectores, sin necesidad de desmontarlos, este sistema incluye un tanque reservorio que trabaja con presión de aire y que reemplaza al tanque de combustible del automóvil.



Figura 1. Sistema de Cánister  
Fuente: Autor



- En el análisis de los gases de escape es necesario que el motor se encuentre encendido y en su temperatura óptima (90° C) de funcionamiento, además cabe aclarar que en las mediciones efectuadas el combustible no pasa por el sistema de filtrado del vehículo, ya que este filtro no afecta la química del combustible.
- Para enviar el combustible se deben desconectar todas las cañerías de ingreso del mismo hacia el riel de inyección. Dichas cañerías son reemplazadas con las conexiones del cánister, tanto los conductos de suministro como de retorno de combustible.

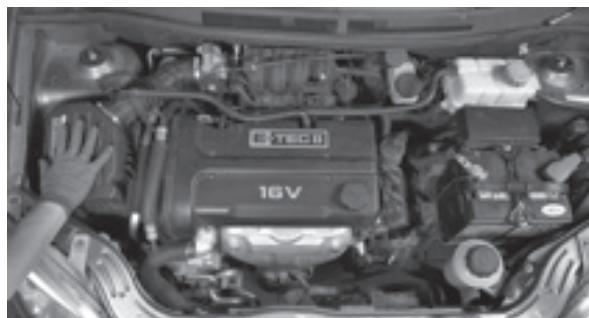


Figura 2. Vehículo de prueba

Fuente: Autor

- Se coloca mediante un acople rápido presión de aire (entre 40 psi y 65 psi), proveniente de un compresor de aire al sistema cánister que ayudará a mantener la presión en el riel durante el funcionamiento del motor.
- En el tanque reservorio del cánister se coloca 100 cc del combustible (extra o súper), mezcla de combustibles (extra 50% super 50%) o mezcla de combustibles (extra 50% super 50% y ganador de octanaje) y aditivos que se va a analizar.
- Se conecta el analizador de gases en la zona interna del escape, procurando realizar un cierre en la salida de los gases, tomando las medidas de seguridad necesarias y con el equipo de protección personal adecuado, ya que esta salida va a estar a elevada temperatura.
- Se enciende el motor, en caso de que sea necesario el arranque darse por un periodo más extenso que lo normal, puesto que en ocasiones la presión del riel de inyección desciende y es necesario que esta llegue al valor dado por el fabricante.
- Una vez encendido el motor, este hará uso del combustible que se encuentra en el sistema cánister, el tiempo en que el motor se encuentre encen-
- dido va a depender de la aceleración que se le dé al mismo y del tamaño o cilindrada del motor, que para el caso del experimento, las mediciones se hicieron en ralentí (900 rpm) y en medias revoluciones (2700 rpm), la duración del combustible en el reservorio fue de aproximadamente 7 minutos, incluyendo el tiempo en que el motor se apagó por completo.
- Este proceso se repitió con cada una de las pruebas que realizaron.

### 3. Resultados

En la revisión técnica vehicular, existen cuatro tipos de calificaciones, siendo el primero el ideal en cuanto a contaminación se refiere y el número 3 el máximo permitido para la circulación de un automotor, por lo que se puede evidenciar que en el caso de la investigación realizada es muy importante el estado mecánico técnico del automotor en el que se realiza el análisis, puesto que no presenta problemas ni calificaciones que excedan los parámetros de dicha revisión.

A continuación, se presentan las tablas de cada una de las mediciones realizadas con los diferentes combustibles empleados y sus aditivos, usando el sistema de cánister para la limpieza de inyectores.

#### Medición 1: Extra (85 octanos)

AVEO EMOT.	HC(ppm)	CO(%)	CO2(%)	O2 (%)	LAMBDA (□)
RALENTÍ	8	0.02	14,150	0,990	1,048
ALTAS	12	0.15	14,150	0,990	1,048

Fuente: El Autor

**Medición 2: Extra (85 octanos) y ganador de octanaje**

AVEO EMOT.	HC(ppm)	CO(%)	CO2(%)	O2 (%)	LAMBDA (□)
RALENTÍ	7	0,050	14,270	0,710	1,033
ALTAS	8	0,080	14,520	0,890	1,038

Fuente: El Autor

**Medición 3: Extra (85 octanos) y super (90 octanos)**

AVEO EMOT.	HC(ppm)	CO(%)	CO2(%)	O2 (%)	LAMBDA (□)
RALENTÍ	6	0,052	14,290	0,790	1,037
ALTAS	11	0,193	14,540	0,490	1,021

Fuente: El Autor

**Medición 4: Super (90 octanos)**

AVEO EMOT.	HC(ppm)	CO(%)	CO2(%)	O2 (%)	LAMBDA (□)
RALENTÍ	6	0,053	142,300	0,930	1,044
ALTAS	9	0,092	14,640	0,460	1,020

Fuente: El Autor

**Medición 5: Súper (90 octanos) y ganador de octanaje**

AVEO EMOT.	HC(ppm)	CO(%)	CO2(%)	O2 (%)	LAMBDA (□)
RALENTÍ	7	0,063	142,300	0,880	1,041
ALTAS	15	0,636	14,240	1,500	1,062

Fuente: El Autor

**Medición 6: Súper (90 octanos), extra (85 octanos) y ganador de octanaje**

AVEO EMOT.	HC(ppm)	CO(%)	CO2(%)	O2 (%)	LAMBDA (□)
RALENTÍ	6	0,052	14,270	0,980	1,046
ALTAS	6	0,020	14,740	0,480	1,022

Fuente: El Autor

### 3.1 COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Para lograr la obtención de los resultados se usó la investigación de campo, que combinada con la investigación bibliográfica permitió determinar que la gasolina que menos contamina es la extra mezclada con ganador de octanaje, siendo sus niveles de contaminación menores inclusive que los de la gasolina súper.



Comparación de valores en ralentí o bajas rpm

**Comparación de resultados en ralentí**

BAJAS	VALOR AMT	EXTRA	SUPER	MEZACLA	EXTRA +ADITIVO	SUPER	MEZCLA +ADITIVO
HC ppm	0-161	8	6	6	7	7	6
CO %	0-0,7	0,02	0,053	0,052	0,050	0,063	0,052
O2 %	0-4	0,990	0,930	0,790	0,710	0,880	0,980

Fuente: El Autor

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la opción que menos contaminación genera es la gasolina extra (85 octanos) mezclada con ganador de octanaje, siendo los valores de esta mezcla incluso más

bajos que los de la gasolina super, además de que el cargar combustible de esta manera va a permitir un ahorro significativo al tratarse de varios galones de combustible.

**Comparación de resultados en altas rpm**

ALTAS	VALOR AMT	EXTRA	SUPER	MEZACLA	EXTRA +ADITIVO	SUPER +ADITIVO	MEZCLA +ADITIVO
HC ppm	0-160	12	9	11	8	15	6
CO %	0-0,6	0,15	0,092	0,193	0,080	0,636	0,020
O2 %	0-3	0,990	0,460	0,490	0,890	1,500	0,480

Fuente: El Autor

En el caso de la gasolina extra y mezcla con ganador de octanaje en altas rpm, también se puede apreciar que los valores de contaminación son bajos, únicamente se encuentra una elevación en el caso del O2, sin embargo el valor es de 0.890 y el valor máximo debería ser de 4, por lo que existe un muy extenso margen, cabe destacar también que se han tomado los datos de la calificación del tipo 1 de la revisión Técnica Vehicular, siendo estos los valores de contaminación más bajos permisibles.

#### 4. Conclusiones

- En el análisis de la gasolina extra de (85 octanos) más un elevador de octanaje (R-1) ayuda a mejorar su rendimiento y disminuye la cantidad de emisiones generadas por el motor hacia el medio ambiente, en comparación con la gasolina extra de (85 octanos).
- En caso de no usar aditivos en el combustible, la gasolina extra es la que menos emisiones contaminantes genera, por lo que su uso sería el más recomendado.
- En muchos casos se realiza mezclas de combustibles para tratar de abaratar el costo de cada repostada, sin embargo, esta práctica es la que más genera polución al medio ambiente.
- Para el desarrollo de esta investigación se tomó

como referencia los valores de la revisión técnica vehicular, siendo inclusive reducidos a la calificación de nivel 1, la más baja, pese a esta exigencia se pudo determinar que si se cumplen con los parámetros mínimos de polución.

• El estado mecánico y la correcta puesta a punto del motor influye en los gases contaminantes que éste emite, además de que se debe usar el aceite de la viscosidad adecuada y verificar que no existan obstrucciones en el filtro de aire, lo que garantizarán no solo bajas emisiones sino un mejor desempeño del vehículo.

#### 5. Recomendaciones

- En motores actuales es importante seguir las recomendaciones del fabricante, ya que este determina los valores mínimos de octanaje necesarios para que un motor funcione y en la actualidad la mayoría de motores a gasolina son de elevada relación de compresión, por lo que estaría pendiente aún ver el resultado a largo plazo usando la mezcla de gasolina extra y ganador de octanaje.
- Pese a que la química de las gasolinas es la misma en el caso de la gasolina extra y super, se pudo determinar que no es conveniente realizar mezclas ya que la polución generada es mayor que usando un solo tipo de combustible.

## BIBLIOGRAFÍA

Cámara Nacional de Distribuidores de Derivados de Petróleos del Ecuador (Camddepe). (2012). CAMDD-PE - Sitio Web Oficial. Retrieved February 20, 2019, from <http://camddepe.ec/index.html>

INEN. (2017). Norma NTE INEN 2204 (Segunda; INEN, Ed.). Retrieved from <http://apps.normalizacion.gob.ec/descarga/index.php/buscar>

Meneches, D. N. (n.d.). ENSAYO SOBRE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL INTRODUCCIÓN. Retrieved from [https://www.academia.edu/4880869/ENSAZO\\_SOBRE\\_LA\\_CONTAMINACI脫N\\_AMBIENTAL\\_INTRODUCCIÓN](https://www.academia.edu/4880869/ENSAZO_SOBRE_LA_CONTAMINACI脫N_AMBIENTAL_INTRODUCCIÓN)

Municipio del distrito metropolitano de Quito. (2007). Ordenanza 213 del Distrito Metropolitano de Quito - Derecho Ambiental Ecuador Sudamerica. Retrieved March 28, 2019, from 5 de abril website: <http://www.derecho-ambiental.org/Derecho/Legislacion/Ordenanza-213-Distrito-Metropolitano-Quito.html>

Reyes Martínez, O. (2016). La demanda de gasolineras y sus impactos en el medio ambiente en España. TDX (Tesis Doctorals En Xarxa). Retrieved from <https://www.thesisenred.net/handle/10803/400378>



**Línea de investigación:**  
ENERGÍA Y MATERIALES

Sistema de manufactura flexible orientado a  
INDUSTRIA 4.0

David Trajano Basantes Montero,<sub>1</sub>,  
Sylvia Nathaly Rea Minango,<sub>2</sub>,  
Daniel Isaías Barzallo Núñez,<sub>1</sub>

**Departamento/Facultad/Escuela**  
Comisión de Investigación

**Universidad/Instituto**  
<sub>1</sub>Instituto Superior Tecnológico Central Técnico  
<sub>2</sub>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

dtbasantesm@gmail.com,  
snrea@outlook.com,  
dibarzallon@gmail.com

**Resumen**

Actualmente la competencia global, desarrollo tecnológico e innovación, presentan un reto para las empresas, sobretodo de manufactura, pues se ven forzadas a reconfigurar sus procesos para el creciente mercado de productos personalizados. La industria 4.0 y la manufactura generan una transformación, en la que las tecnologías tanto de fabricación como de la información se han integrado para crear eficientes sistemas de producción, gestión y formas de hacer negocios. Esta investigación tiene como objetivo analizar la influencia de las herramientas tecnológicas orientadas a industria 4.0 en el incremento de la flexibilidad de un sistema de manufactura de forma aplicada, implementando sistemas de integración vertical y horizontal, análisis de datos, nube y simulación en sistemas de producción modular para la obtención de datos. Se determinó la flexibilidad alcanzada en función a los parámetros de un sistema de manufactura flexible: variedad de partes, cambio de programación, recuperación de errores y nuevas partes, permitiendo automatizar los procesos de fabricación, así como atender de forma oportuna las necesidades del mercado, promoviendo el crecimiento de la industria nacional en conceptos de flexibilidad e industria 4.0 aplicada.

**Palabras Claves**

*Manufactura, Flexibilidad, Industria 4.0, Redes Industriales, Interfaz Hombre Máquina, Sistemas de producción modular.*

**Abstract**

Currently, global competition, technological development and innovation present a challenge for companies, above all for manufacturing, as they are forced to reconfigure their processes for the growing market of personalized products. Industry 4.0 and manufacturing generate a transformation, in which both manufacturing and information technologies have been integrated to create efficient systems of production, management and ways of doing business. The objective of the research is to analyze the influence of technological tools oriented to Industry 4.0 in the increase of the flexibility of a manufacturing system applied, implementing vertical and horizontal integration systems, data analysis, cloud and simulation in production systems modular for obtaining data. The flexibility reached was determined according to the parameters of a flexible manufacturing system: variety of parts, programming change, error recovery and new parts, allowing to automate the manufacturing processes, as well as to attend in a timely manner the needs of the market, promoting the growth of the national industry in concepts of flexibility and Industry 4.0 applied.

**Keywords**

*Manufacturing, Flexibility, Industry 4.0, Industrial Networks, Man Machine Interface, Modular production systems.*

## Introducción

Los conceptos de la Industria 4.0 actualmente desafían a las empresas de fabricación en varias divisiones, tales como compras, producción, logística, ventas y recursos humanos. Los recientes avances en la industria manufacturera permiten que la información de todas las perspectivas relacionadas, se monitoreen de cerca y se sincronicen entre el nivel físico de la fábrica y el espacio cibernetico computacional.

Además, al utilizar el análisis avanzado de la información, las máquinas en red podrán rendir de manera más eficiente y colaborativa. Dicha tendencia está transformando la industria manufacturera a la siguiente generación, es decir, la Industria 4.0. (Lee, Bagheri, & Kao, 2015)

La falta de automatización en las actividades puede inhabilitar el crecimiento de la productividad y otros beneficios tanto a nivel de los procesos y negocios individuales como a nivel de economías completas donde la necesidad de acelerar la mejora en productividad es extrema.

La automatización tendrá efectos de amplio espectro en todas partes y sectores, aunque es un fenómeno global, cuatro economías (China, India, Japón y los EE.UU.) representan un poco más de la mitad del total de salarios y casi dos tercios del número de empleados asociados con actividades que son automatizables si se adaptan las tecnologías probadas en la actualidad. (Manyika, y otros, 2017)

En América Latina el 60% de los trabajos son susceptibles de automatizar, en Ecuador un 49% de los procesos manuales son susceptibles de ser reemplazadas por alta tecnología. (Banco Mundial, 2016)

Las industrias como la manufactura y la agricultura incluyen actividades físicas predecibles que tienen un alto potencial de automatización, pero las bajas tarifas salariales en algunos países en desarrollo pueden frenar su adopción. Las empresas manufactureras deben resistir una creciente competencia global en diferentes dimensiones estratégicas, como los costos de producción, la calidad del producto y la innovación del producto.

La producción industrial actual se enfrenta a muchos desafíos críticos ya que los usuarios finales requieren continuamente productos altamente personalizados en pequeños lotes. (Wang, Wan, Zhang, Li, & Zhang, 2016)

Ecuador ocupa el puesto número 60 del mundo en función del producto industrial, siendo la octava economía industrial de América Latina. (Garzón,

Kulfas, Palacios, & Tamayo, 2016). “El nivel de automatización que presentan las industrias, es en accionamiento manual 48%, semiautomático 27%, automático 18%, y computarizado con 7%. Los resultados presentados dan a conocer el bajo nivel de tecnología que está presente en las PYMES”. (Sánchez & Pizarro, 2010, pág. 1) dejando a un lado la integración vertical de varios componentes para implementar un sistema de fabricación flexible y reconfigurable es decir una fábrica inteligente. En industrias de altos niveles de producción por la gran demanda, estos métodos se tornan inefficientes generando productos de mala calidad, poco confiables y aumentado su costo.

El sector industrial ecuatoriano se caracteriza por una presencia predominante de ramas intensivas en recursos naturales y trabajo, y menor presencia de ramas intensivas en ingeniería. (Katz & Stumpo, 2001)

Hacia el año 2013, los sectores intensivos en ingeniería explicaban algo menos del 10% del empleo y del valor agregado industrial. Por su parte, las ramas intensivas en trabajo concentraban el 41% del empleo, y el 17% del valor agregado manufacturero. El papel central lo ocupan las ramas intensivas en recursos naturales que explicaban en 2013 casi la mitad del empleo industrial, y el 73% del valor agregado sectorial. (Garzón, Kulfas, Palacios, & Tamayo, 2016)

El término Industria 4.0 se refiere a un nuevo modelo de organización y de control de la cadena de valor a través del ciclo de vida del producto y a lo largo de los sistemas de fabricación apoyado y hecho posible por las tecnologías de la información. (Del Val Román, 2016)

El Gobierno alemán ha propuesto y adoptado una iniciativa estratégica denominada “Industrie 4.0” Industry 4.0 como parte del “Plan de Acción de la Estrategia de Alta Tecnología 2020”. La Industria 4.0 describe un sistema de producción orientado a la aplicación de nuevas tecnologías que integran instalaciones de producción, sistemas de almacenamiento, logística e incluso requisitos sociales para establecer las redes de creación de valor global. (Wang, Wan, Zhang, Li, & Zhang, 2016)

En esta transformación de las empresas, los sensores, las máquinas, las piezas de trabajo y los sistemas de tecnologías de la información, pueden interactuar entre sí para obtener previsiones más fiables, poder configurarse ellos mismos, y adaptarse a los cambios (Gerbert, y otros, 2015). En la Figura 1 se muestra una línea de tiempo con la evolución que ha tenido la industria.

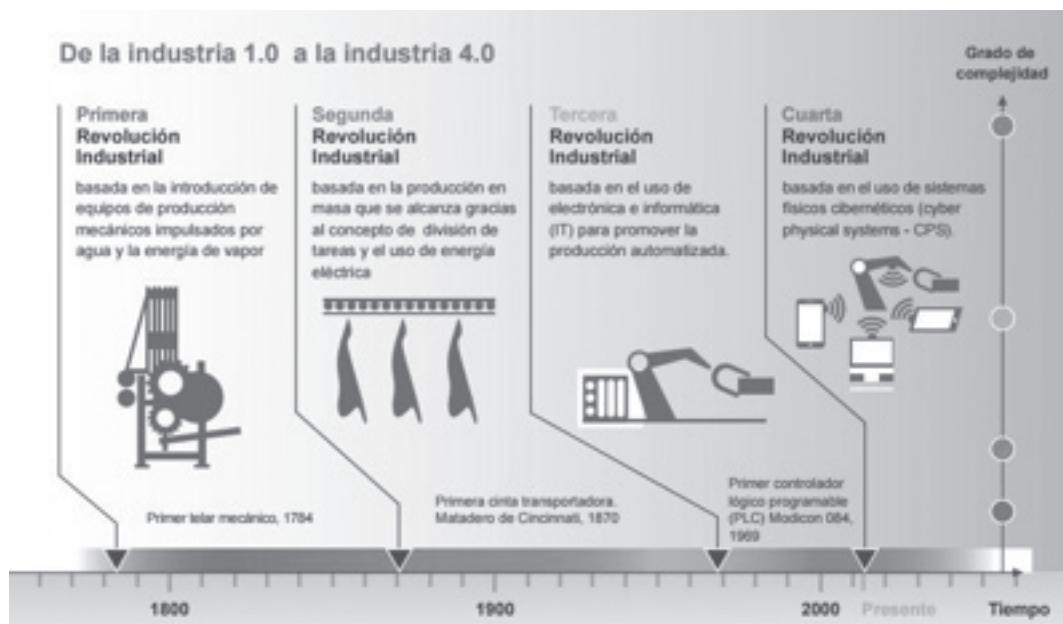


Figura 1: Evolución de la industria

Fuente: (Miranda , 2016)

## Desarrollo

El proyecto tuvo un enfoque cuantitativo, porque se manipuló un número de técnicas de Industria 4.0 para ejercer control sobre ellas y obtener datos cuantificables para verificar su influencia sobre la flexibilidad a través de sistemas de producción mo-

dular. Estos datos provienen del análisis de los parámetros de un sistema flexible. La Figura 2 muestra gráficamente la metodología aplicada en el desarrollo de la investigación.

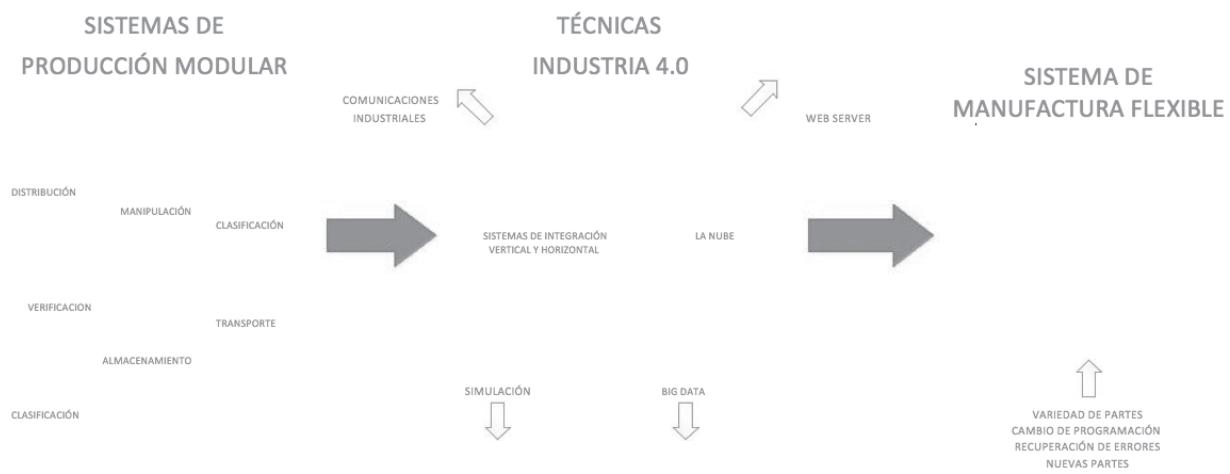


Figura 2: Metodología para resolver la problemática  
Elaborado por: El Autor

Tomando en cuenta el funcionamiento base de cada sistema de producción modular, se generó una ficha de observación que se muestra en la Tabla 1

Tabla 1: Ficha de observación del sistema de manufactura modelo

FICHA DE OBSERVACIÓN DEL ESTADO DEL SISTEMA DE MANUFACTURA MODELO					
ESTACIONES PARÁMETRO	MERCANCÍAS ENTRANTES	PROCESO	ALMACÉN	MERCANCÍAS SALIENTES	TRANSPORTE
Porcentaje actual de funcionamiento	35%	5%	5%	27.5%	5%
Mantenimiento y Calibración	Sensores magnéticos, ópticos capacitivos, resistivos análogos y presostatos.	Finales de carrera, sensores magnéticos, ópticos magnéticos y encoders.	Finales de carrera, sensores magnéticos y encoders.	Sensores magnéticos, ópticos capacitivos e inductivos	Sensores magnéticos ópticos de barrera e inductivos.
Red nivel campo	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	Red AS-interface no funcional
Red nivel célula	Red Profibus DP no funcional	Red Profibus DP no funcional	Red Profibus DP no funcional	Red Profibus DP no funcional	Red Profibus DP no funcional
Diagramas electro neumáticos	No se cuenta con diagrama	No se cuenta con diagrama	No se cuenta con diagrama	No se cuenta con diagrama	No se cuenta con diagrama
Manuales de funcionamiento.	No se cuenta con manual	No se cuenta con manual	No se cuenta con manual	No se cuenta con manual	No se cuenta con manual
Tiempo de producción	No se puede determinar pues no concluye el proceso	No se puede determinar pues no concluye el proceso	No se puede determinar pues no concluye el proceso	No se puede determinar pues no concluye el proceso	No se puede determinar pues no concluye el proceso
Variedad de producción	No se puede determinar pues no genera ningún tipo de producto	No se puede determinar pues no genera ningún tipo de producto	No se puede determinar pues no genera ningún tipo de producto	No se puede determinar pues no genera ningún tipo de producto	No se puede determinar pues no genera ningún tipo de producto

Elaborado por: El Autor

Según los parámetros de flexibilidad establecidos, se determina la siguiente situación actual del sistema en la Figura 3.

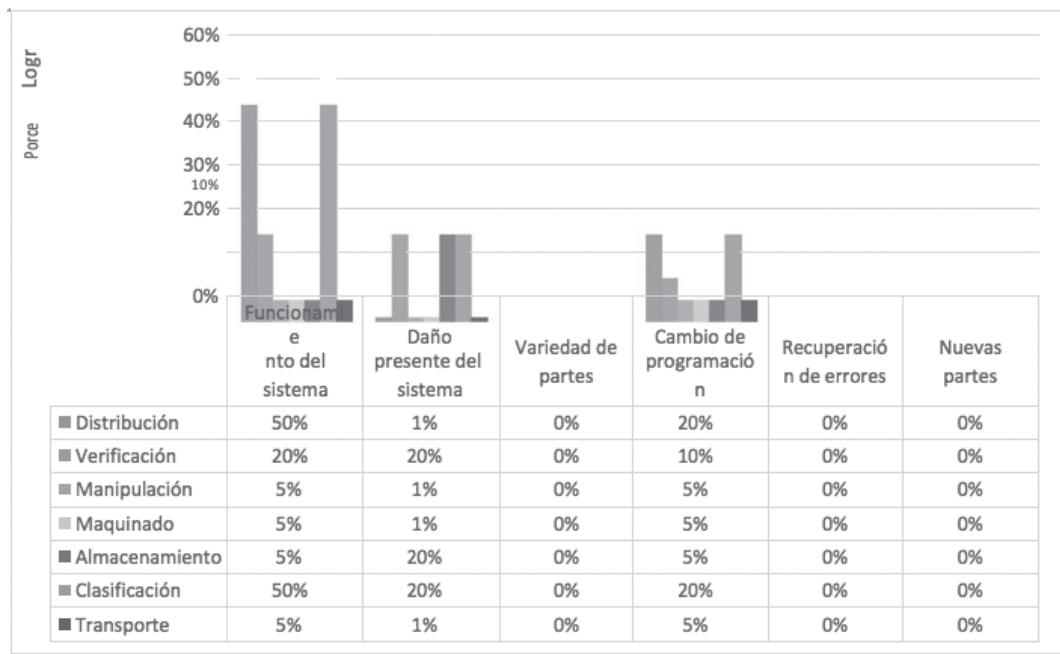


Figura 3: Análisis situación inicial  
Elaborado por: El Autor

### Integración Horizontal y Vertical del sistema

La integración horizontal y vertical del sistema de manufactura modelo como parte de las tecnologías de Industria 4.0 aplicables, se logró a través de la

implementación de comunicaciones industriales tales como Bus AS-I, Profibus DP, Industrial Ethernet, Profinet, tal como se muestra en la Figura 4.

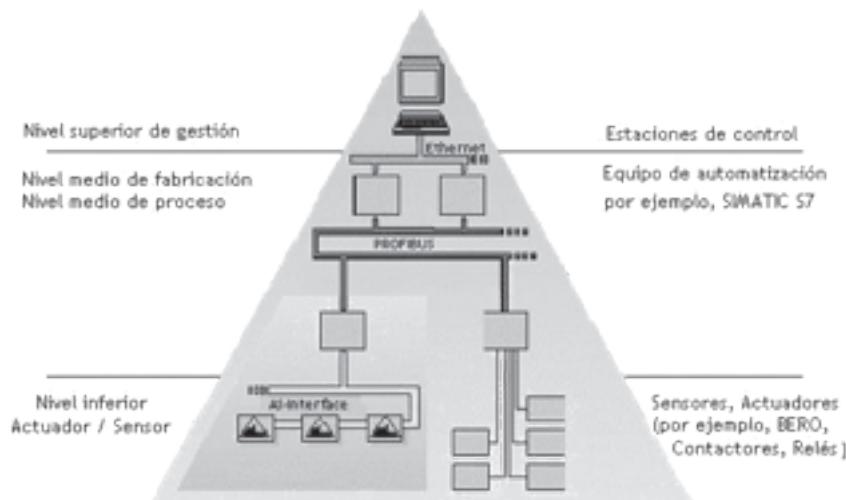


Figura 4: Diferentes niveles de comunicación industrial  
Fuente: (Guerrero, Yuste, & Martínez, 2010)

## Análisis de datos

Para realizar un análisis de datos orientado a Big Data se desarrolló una interfaz humana máquina, desde la cual se obtiene el control y visualización

de las principales tareas de cada estación MPS, así como los datos de producción necesarios.

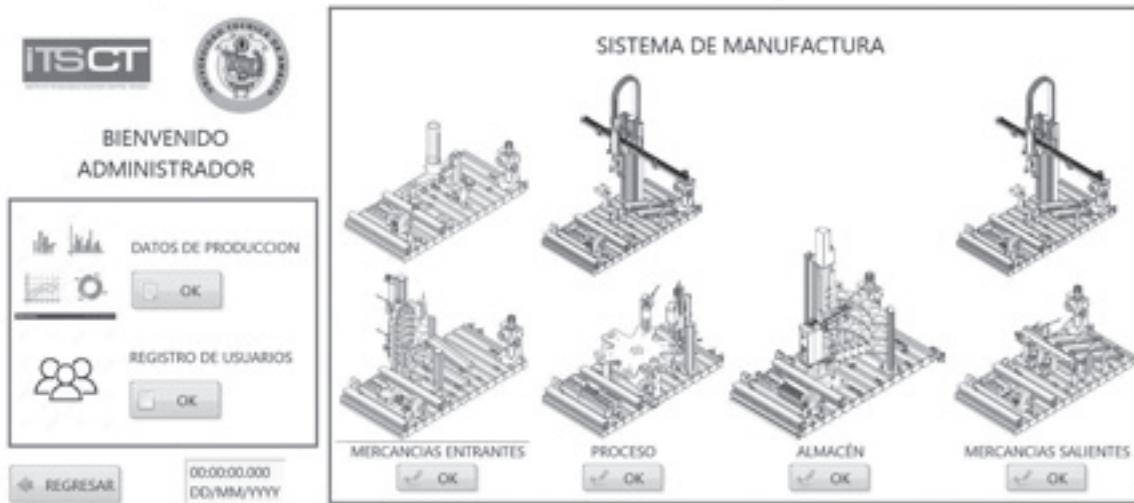


Figura 5: Ventana del administrador HMI

Elaborado por: El Autor

## La Nube

Como parte de la investigación se propuso integrar tecnologías Industria 4.0, siendo la nube una de las funciones que mejor se acopla al desarrollo del sistema de manufactura modelo, se optó por el desarrollo de una aplicación web en la plataforma de nube GoDaddy dedicada a pequeñas empresas independientes que cuenta con más de 18 millones

de clientes en todo el mundo y la gestión de más de 77 millones de nombres de dominio.

Dentro del creador de sitios web de GoDaddy se diseñó la interfaz gráfica, y se estableció los datos que estarán disponibles en la nube a través de la plataforma Google Drive.



Figura 6: Configuración servidor web  
Elaborado por: El Autor



### Simulación

La tecnología informática moderna permite crear simulaciones 3D realistas, incluso de los sistemas de automatización más complejos. Sin necesidad de poner en peligro a personas ni a máquinas. Esto permite familiarizarse con la tecnología de la automatización.

Una de las técnicas orientadas a Industria 4.0 es el uso de estos sistemas de simulación en este caso el personal directamente relacionado con la operación

del sistema de manufactura modelo puede obtener una visión generalizada del funcionamiento de cada una de las estaciones consideradas.

El software Ciros de Festo es una poderosa herramienta de desarrollo industrial de simulación 3D para automatización de procesos y fábricas, proporciona entre sus ejemplos prácticos el entorno simulado de un sistema de manufactura MPS 507-FMS válido como simulación de nuestro sistema de manufactura modelo implementado.

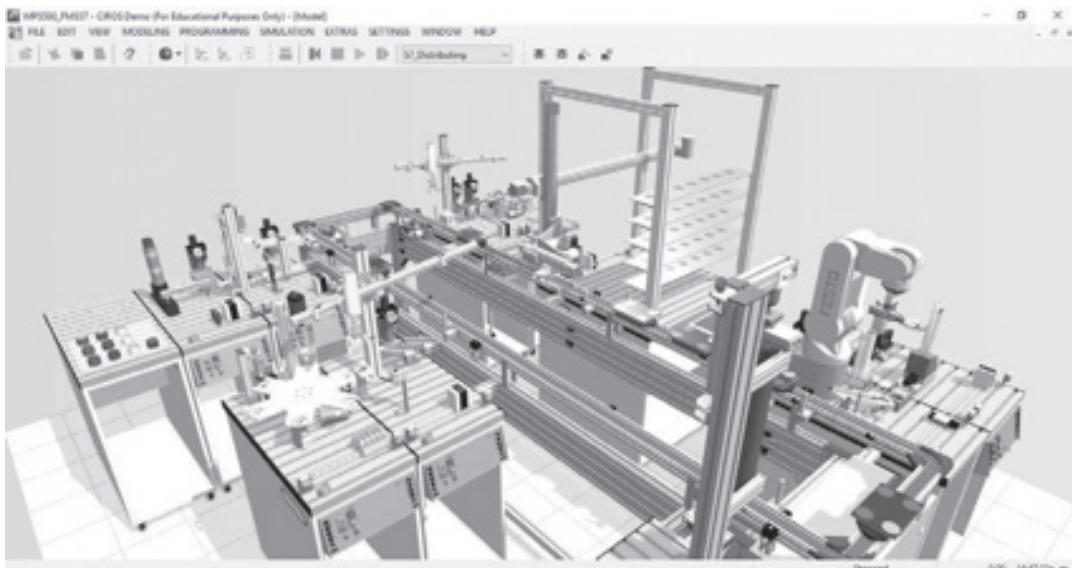


Figura 7: Simulación sistema de manufactura  
Fuente: Ciros

### Resultados

Las pruebas se desarrollaron tomando en cuenta dos fases importantes del proyecto, en primera instancia se verificó el funcionamiento base previamente establecido de cada uno de los MPS y su parcial integración analizando la capacidad de flexibilidad del sistema, para después en función de las técnicas de Industria 4.0: Integración Horizontal y Vertical, Big Data, La Nube y Simulación aplicadas determinar el incremento de flexibilidad alcanzado según los parámetros establecidos del sistema de manufactura modelo.

### Fase 1:

Posterior al análisis de la situación inicial, el mantenimiento realizado, el levantamiento de planos y diagramas, la configuración y programación base implementada en los sistemas MPS se determina el funcionamiento del sistema de manufactura en base al análisis de los parámetros de flexibilidad.

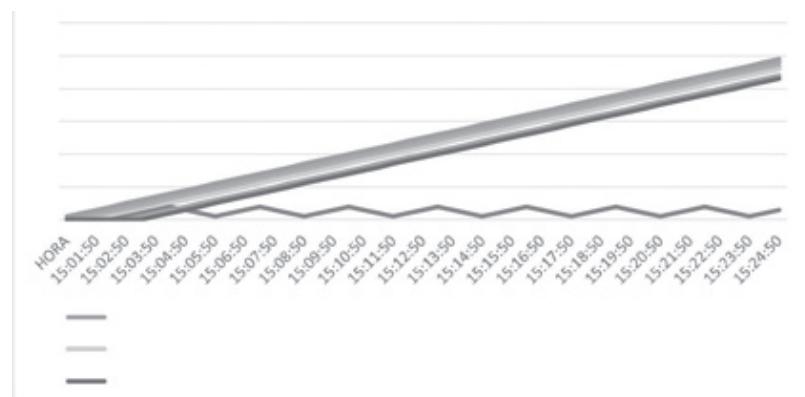


Figura 8: Producción del sistema de manufactura  
Elaborado por: El Autor

• **Análisis de variedad de partes**

Debido a la implementación base del sistema solo es posible contar con un tipo de variedad de cilindros debido a la configuración inicial implementada de tal manera que:

- o Tipo de material: Único
- o Tamaño: Único

La estación de maquinado obedece órdenes del operador siendo necesario la implementación de un lazo de control descrito a continuación:

- o Tipo de maquinado: Único

Por último, la estación de clasificación no cuenta con el siguiente sistema de control necesario para clasificar los colores de los cilindros

- o Color: Único

• **Cambio de programación:**

No existe ningún tipo de red a nivel célula por ende la falta de comunicación horizontal entre estaciones de producción impide que el sistema de manufactura soporte cambios de programación, el sistema no puede reconfigurarse automáticamente.

• **Recuperación de errores:**

Ya que el sistema de manufactura base implementado no posee una comunicación vertical entre niveles

de producción tampoco una interfaz humana máquina de control y supervisión no se puede establecer alarmas de error para que el operador pueda actuar según sea el caso.

• **Nuevas partes:**

Debido a la falta de tecnologías de la información implementadas y el nulo análisis de producción para el posible mercado faculta la imposibilidad e innecesaria acción de introducir nuevos diseños a los existentes.

**Fase 2:**

A continuación de la fase uno y el análisis de los resultados obtenidos, se implementan las tecnologías orientadas a Industria 4.0 en el sistema de manufactura modelo y se determina su flexibilidad ante los parámetros establecidos obteniendo los siguientes resultados.

• **Análisis de variedad de partes**

Tras la implementación de los sistemas de control necesarios y M2M Machine-to-machine communication como parte de las tecnologías orientadas a Industria 4.0 dentro de la integración horizontal y vertical implantada en el sistema de manufactura modelo específicamente brindando la comunicación necesaria a las estaciones de producción a través de la red Profibus, se logra que en función de los requerimientos del operador el sistema pueda producir nueve variedades de cilindros.

Tabla 2: Variedad de partes

TAMAÑO	MATERIAL	MAQUINADO	COLOR
GRANDE	PLÁSTICO	MARTILLADO	ROJO
		TALADRADO	ROJO
		MARTILLADO/TALADRADO	ROJO
	METÁLICO	MARTILLADO	PLATA
		TALADRADO	PLATA
		MARTILLADO/TALADRADO	PLATA
PEQUEÑO	PLÁSTICO	MARTILLADO	NEGRO
		TALADRADO	NEGRO
		MARTILLADO/TALADRADO	NEGRO

Elaborado por: El Autor

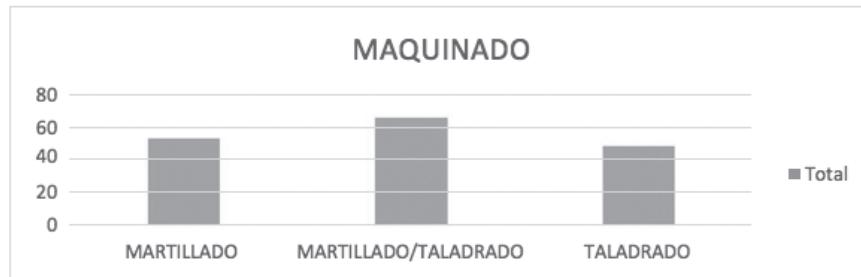


Figura 9: Cilindros maquinados  
Elaborado por: El Autor

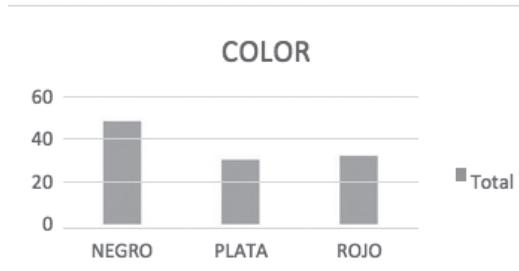


Figura 10: Cilindros clasificados por color  
Elaborado por: El Autor



Figura 11: Cilindros clasificados por tamaño  
Elaborado por: El Autor

#### • Cambio de programación:

En base a M2M y HMI implantados en el sistema de manufactura modelo a través de las redes AS-i, Profibus, Profinet, y Ethernet Industrial es posible cambiar la programación en función de los requerimientos del operador por medio de la interfaz de control.

Desde la perspectiva del operador se establece la facilidad requerida para que los sistemas sean puestos en marcha o paro y brinden toda la información pertinente en cuanto a producción se refiere para determinar el cambio de la programación de producción en función a la variedad de partes analizada.

#### • Recuperación de errores:

Con la implantación del HMI el operador tiene a su disposición alarmas ante las posibles fallas o errores que se puedan suscitar en el sistema para actuar según corresponda con la posibilidad de parar y aislar del proceso el sistema afectado.

La capacidad de recuperación de errores brindada por el cambio de programación susceptible es uno de los parámetros más importantes en cuanto a nivel de flexibilidad se refiere.

#### • Nuevas partes:

Por último, la necesidad de introducir nuevas partes está estrechamente vinculada con el análisis de datos de producción generado por medio de la integración del sistema de manufactura modelo, así como el acceso en tiempo real de dichos datos a través de la nube. El sistema actualmente brinda esa posibilidad de forma eficiente. Sin olvidar la importancia de un análisis previo de factibilidad en cuanto a nuevas partes fabricadas a través del uso de sistemas de simulación en específico el presentado anteriormente con el que cuenta el sistema de manufactura modelo.

Es importante destacar que el sistema de manufactura modelo fue sometido a varias pruebas antes de la obtención de los resultados presentados, los niveles de flexibilidad se establecen en comparación a una programación base implantada siguiendo la línea de fabricación de un único producto, no obstante, el objetivo establecido se enfoca directamente en el impacto que el desarrollo y aplicación de tecnologías orientadas a Industria 4.0 generó en el sistema.

En resumen, el análisis de flexibilidad del sistema de manufactura se presenta a continuación:

	VARIEDAD DE PARTES	RESULTADO	TECNOLOGÍAS INDUSTRIA 4.0
<b>FASE 1</b>	VARIEDAD DE PARTES	11%	NA
	CAMBIO DE PROGRAMACIÓN	NO	NA
	RECUPERACIÓN DE ERRORES	NO	NA
	NUEVAS PARTES	NO	NA
<b>FASE 2</b>	VARIEDAD DE PARTES	100%	Integración vertical y horizontal de sistemas
	CAMBIO DE PROGRAMACIÓN	SI	Interfaz humano máquina
	RECUPERACIÓN DE ERRORES	SI	Integración vertical y horizontal de sistemas , Interfaz humano máquina
	NUEVAS PARTES	SI	Ánalisis de datos, la nube, simulación

Elaborado por: El Autor

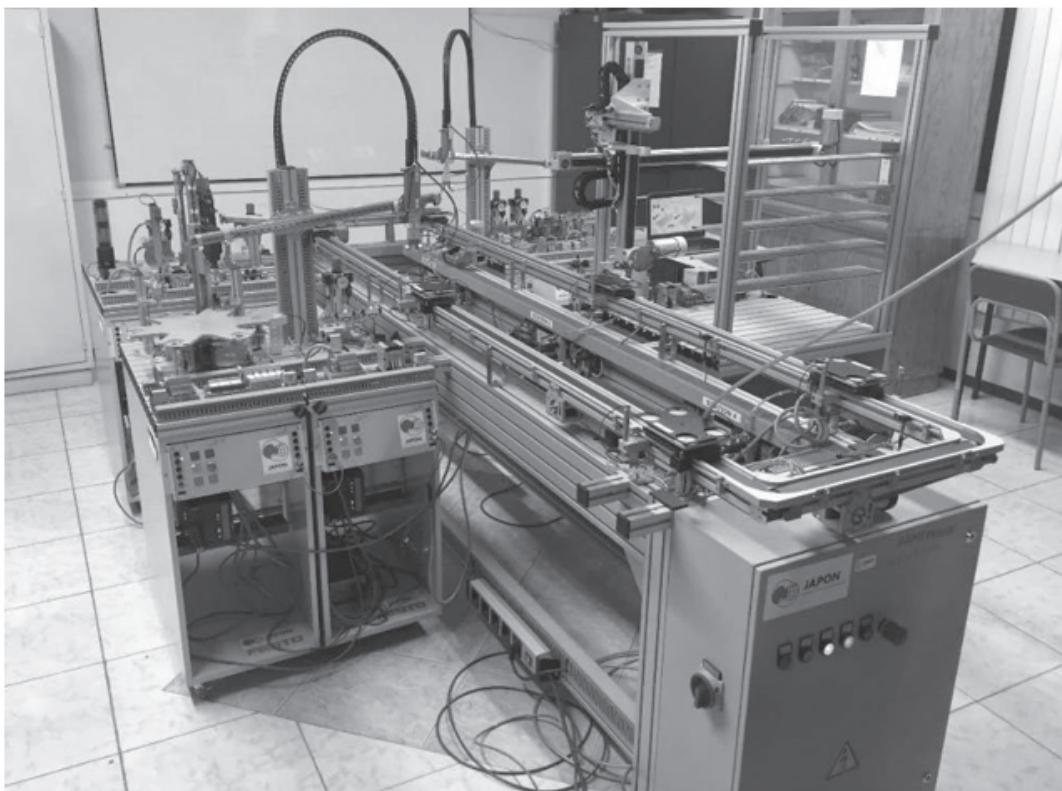


Figura 12: Sistema de manufactura

Elaborado por: El Autor

### Conclusiones

- Haber alcanzado un nivel de capacidad en cuanto a variedad de partes del 100% en comparación al 11% inicial con la integración horizontal y vertical del sistema determina que dicha tecnología es fundamental para cumplir uno de los parámetros de flexibilidad establecidos, el resto de parámetros al ser netamente cualitativos sus resultados se expresan en niveles de cumplimiento y facilidad de aplicación, a través de la interfaz humano máquina, la cual brinda la capacidad de controlar todo el sistema desde un dispositivo en este caso una PC, más todos los datos adquiridos generados por cada estación, cada

área y cada sensor desde los niveles de oficina, de planta de célula y campo respectivamente integra totalmente el sistema enfocado en la factibilidad de cambios de programación y recuperación de errores.

- Al determinar los elementos que interviene en el sistema se habla de un total de 50 actuadores entre indicadores, válvulas, salidas parametrizadas y motores. Por otra parte, un total de 150 señales de entrada de presostatos, sensores magnéticos, ópticos, inductivos, capacitivos, encoders, pulsadores,



selectores y entradas parametrizadas que sin el manejo adecuado a través de la adquisición de datos implantada su control, visualización análisis y registro no sería posible, esto fundamenta la relativa facilidad con la que un cambio de programación es factible, incluso detección inmediata de fallas.

- El análisis de nuevas partes a ser introducidas será determinado gracias al uso de herramientas de simulación propuestas, ya que el ahorro sustancial en temas de implementación para determinar la factibilidad de nuevas partes producidas constituye el principal factor de análisis.
- Se determinó la influencia de las herramientas tec-

nológicas orientadas a Industria 4.0 del sistema de manufactura modelo a través del análisis cuantitativo y cualitativo con respecto a los parámetros establecidos obteniendo como resultado un importante incremento de la flexibilidad del sistema.

- La aplicación de nuevas herramientas tecnológicas en función al desarrollo de los sistemas de manufactura incentiva directamente al crecimiento de la industria nacional en conceptos de flexibilidad en cuanto a fabricación de productos, así como la capacidad de análisis de dichas posibilidades dentro de laboratorios provistos de sistemas a escala y técnicas de simulación para el desarrollo de la educación técnica superior.

## Bibliografía

- Ali Khan, W., Wisniewski, L., Lang, D., & Jasperneite, J. (2017). Analysis of the Requirements for Offering Industrie 4.0 Applications as a Cloud Service. 017 IEEE 26th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), 1181-1188.
- Banco Mundial. (2016). Dividendos digitales. Informe sobre el desarrollo mundial.
- Barros Losada, T., & Muñuzuri Sanz, J. (2017). La Industria 4.0: Aplicaciones e Implicaciones. Trabajo Fin de Grado Grado en Ingeniería de Organización Industrial.
- Brettel, M., Klein, M., & Friederichsen, N. (2016). The relevance of manufacturing flexibility in the context of Industrie 4.0. Procedia CIRP 41, 105-110.
- D'Emilia, G., & Gaspari, A. (2018). Data Validation Techniques for Measurements Systems Operating in a Industry 4.0 Scenario a Condition Monitoring Application. 2018 Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, Brescia, 112-116.
- Daneri, P. (2008). PLC Automatización y Control Industrial. Buenos Aires: Hispano America S.A.
- de la Fuente, E., & Mazaeda, R. (s.f.). Industria 4.0. Informática Industrial. Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automatica. Ell. Universidad de Valladolid.
- Del Val Román, J. L. (2016). Industria 4.0: la transformación digital de la industria. Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática.
- Deutsches Institut für Normung. (2002). Control Technology - Rules for the Designation of Measuring Instruments. DIN 19223.
- Ebel, F., Idler, S., Prede, G., & Scholz, D. (2010). Neumática Electroneumática Fundamentos. Denkendorf: Festo Didactic GmbH & Co.
- Ebel, F., Idler, S., Prede, G., & Scholz, D. (2010). Neumática Electroneumática Fundamentos. Denkendorf,: Festo Didactic GmbH & Co. KG.
- Festo Didactic SE. (2017). Sistemas de aprendizaje y servicios para la formación técnica. Automatización industrial , 143.
- García Moreno, E. (1999). Automatización de Procesos Industriales. Universitat Politècnica de València.
- Garzón, N., Kulfas, M., Palacios, J., & Tamayo, D. (2016). Evolución del sector manufacturero ecuatoriano 2010-2013 Tipologías estadísticas y dinámicas de las manufacturas. Cuaderno de Trabajo N.1.

Gerbert, P., Lorenz , M., Rüßmann , M., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industria 4.0: El futuro de la productividad y el crecimiento en las industrias manufactureras. Boston Consulting Group.

González, T., & Ramírez, A. (2015). Control On/Off Sistemas de Control y Controladores. San Cristóbal: Universidad Nacional Experimental del Táchira, Departamento de Ingeniería Electrónica.

Guerrero, V. (2005). BUS AS-I Configuración y programación de una red.

Guerrero, V., Yuste, R., & Martinez, L. (2010). Comunicaciones industriales.

Kagermann, H. (2015). La industria 4.0 llega a los clientes del futuro a través de servicios inteligentes. Weidmüller, S.A.

Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2008). Manufactura, ingeniería y tecnología. Pearson Educación.

Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry.

Manufacturing Letters.

Li, C., & Lau , H. (2017). A Critical Review of Product Safety in Industry 4.0 Applications. 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1661-1665.

Li, C., & Lau, H. (2018). Integration of industry 4.0 and assessment model for product safety. IEEE Symposium on Product Compliance Engineering (ISPCE), 1-5.

Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P., & Dewhurst, M. (2017). Un Futuro que Funciona: Automatización, Empleo Y Productividad. McKinsey Global Institute, 7.

Mätzler, S., & Wollschlaeger, M. (2017). Interchange Format for the Generation of Functional Elements for Industrie 4.0 Components. IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 5453-5459.

Miranda , A. (2016). Industria 4.0. NC Tech.

Pallás Areny, R. (2004 ). Sensores y Acondicionadores de Señal. Marcombo.

Pethig, F., Niggemann, O., & Walter, A. (2017). Towards Industrie 4.0 Compliant Configuration of Condition Monitoring Services. 017 IEEE 15th International Conference on Industrial Informatics (INDIN), 271-276.

Petrasch, R., & Hentschke, R. (2016). Process modeling for industry 4.0 applications: Towards an industry 4.0 process modeling language and method. 13th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE), 1-5.

Sánchez, V., & Pizarro, D. (2010). Diagnóstico del nivel de automatización en las pequeñas y medianas industrias de la ciudad de Cuenca. INGENIUS, Revista de Ciencia y Tecnología.

Smith, C., & Corripio, A. (1991). Control Automático de Procesos Teorí y Practica. Mexico DF: Limusa.

Soler, S., & Wollschlaeger, M. (2017 ). Control as an Industrie 4.0 Component Network-adaptive Applications for Control. 22nd IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), 1-4.

VDMA German Engineering Federation. (2016). Guiding principles for the implementation of Industrie 4.0 in small and medium sized businesses. Guideline Industrie 4.0 .

Waller, D., & Werner, H. (1997). Neumática Nivel Básico. Esslingen: Festo Didactic KG.

Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., & Zhang, C. (2016). Towards smart factory for industry 4.0 a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. Li & Zhang Computer Networks, 158–168.



**Línea de investigación:**  
ENERGÍA Y MATERIALES

Análisis del consumo de combustible y opacidad de gases al inyectar hidrógeno en diferentes proporciones en un motor diesel

Jhon Jara Martínez \_1<sup>a</sup>, Dario Borja Soto \_2 b ,  
Andres Moreno Constante \_3c

**Departamento/Facultad/Escuela**  
a Carrera Mecánica Automotriz,  
b Escuela Mecánica Automotriz,

**Universidad/Instituto**  
Instituto Tecnológico Superior Central Técnico  
Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva.

dario.borja@outlook.es,  
jhonl3ajj@hotmail.com,  
andressebas22@hotmail.com

**Resumen**

La búsqueda de combustibles alternativos y la disminución de contaminantes producidos por los motores de vehículos son objetivos claros de la sociedad para el cuidado del medio ambiente. La investigación detalló el análisis del consumo de combustibles y opacidad de los gases de escape al inyectar hidrógeno en un motor diésel de forma dual, en diferentes proporciones, el cual fue producido a partir del proceso electroquímico denominado electrólisis. En el proyecto se utilizó la metodología de investigación mediante referencias bibliográfica, para la fabricación e implementación del sistema de generación de hidrógeno en el vehículo, con lo cual se realizó las pruebas de ruta para los datos de consumo de combustibles y el análisis de opacidad de gases de escape. Al final del estudio se obtuvo resultados muy favorables en todas las etapas de inyección de hidrógeno, siendo el más representativo la etapa de 4lt/min de generación de hidrógeno con una disminución de la opacidad de gases de un 50%, y como resultado de pruebas de ruta se obtuvo una reducción del 19% del consumo total de combustible.

*Palabras Claves— Consumo combustible, Electrólisis del agua, Inyección de hidrógeno, Motor diesel, Opacidad de gases*

**Abstract**

The search for alternative fuels and the reduction of the pollutants of the engines of the vehicles, the objectives of the society for the care of the environment. The investigation detailed the analysis of fuel consumption and the opacity of the exhaust gases by injecting hydrogen into a diesel engine of dual form, in different proportions, which was produced in the electrochemical process called electrolysis. The project shows the source of the research through bibliographic references, the application of energy and the energy generation system in the vehicle, in which the fuel data route and the fuel route are tested. analysis of exhaust gas opacity. At the end of the study, very favorable results were obtained in all stages of hydrogen injection, the most representative being the 4lt/min hydrogen generation stage with a 50% decrease in gas opacity, and as a result of Route a reduction of 19% of the total fuel consumption was obtained

*Keywords — Fuel consumption, Water electrolysis, Hydrogen injection, Diesel engine, Gas opacity*

**INTRODUCCIÓN**

La investigación tiene como iniciativa la problemática de la contaminación ambiental a causa de la combustión de combustibles derivados de recursos fósiles. Pero uno de los casos en particular es la alta opacidad en los gases de escape y una elevada cantidad de combustible consumido por los motores de combustión interna ciclo Diésel. Para lo cual se busca una alternativa que disminuya estos valores

por lo cual el hidrógeno obtenido de la descomposición del agua es una alternativa, como lo dice Biplob, Ujjwal, & Sahoo, (2014) en su investigación, el uso del hidrógeno como combustible es atractivo por sus características de no ser tóxico, ni carbonífera, adicional posee gran potencial energético, la investigación de Madhujit, Sastry, Panua, Banerjee, & Bose, (2015), expone que el hidrógeno es un gas incoloro el cual no causa ningún impacto ambiental o de salud directamente. Y para su obtención Kumar & Senthil, (2015), en su investigación comenta que puede ser comercialmente formado por diferentes procesos como la electrólisis del agua.

La investigación de Madhujit, Sastry, Panua, Banerjee, & Bose, (2015), expone que el hidrógeno posee propiedades únicas de combustión lo cual hacen que el hidrógeno sea ideal para los motores de encendido por compresión (CI) debido a que mediante la auto-ignición del diésel puede actuar como un piloto para combustionar el hidrógeno. Según Talibi, Hellier, Balachandran, & Ladommatos, (2014), el hidrógeno requiere una cantidad muy baja de energía para encender, pero tiene tasas de propagación de llama alta dentro del cilindro del motor en comparación con los combustibles de hidrocarburos, incluso en condiciones de mezcla pobre

Según el balance energético de Ecuador emitido en el 2015 menciona que el combustible diésel es el principal combustible que se demanda en el país (1507 millones de galones en 2014). Siendo el transporte el principal consumidor de este con un 65% de un total de 29947 kBEP (kilo Barriles Equivales de Petróleo) o 1225 millones de galones de este combustible, convirtiéndose así en el de mayor utilización en el mercado.

En su libro Eduard, (2005), manifiesta que el hidrógeno posee varias ventajas, ya que al utilizarse como

combustible de vehículos logrará eliminar aproximadamente la mitad de la contaminación producida, adicional su producción mediante la electrólisis tiene un costo menor al combustible convencional, cabe recalcar que todo esto dependerá del precio actual del petróleo.

Carrillo, (2007), manifiesta que el hidrógeno al convertirse en un combustible con materia prima el agua, el cual es un recurso muy abundante e inagotable en el mundo es muy atractivo para tomar en cuenta su aplicación en el mercado; así también en la realización de la combustión del hidrógeno con el aire es limpia. Los productos de la combustión de este combustible en su mayoría son vapores de agua, productos no contaminantes. La temperatura de autoignición del hidrógeno es solamente de 585 °C.

El presente proyecto de investigación propone el estudio del uso del hidrógeno como combustible el cual será obtenido a partir del agua, para ser analizado el consumo de combustible dual en el un motor diesel así también de la opacidad de los gases de escape, esperando la disminución de los valores con el motor estándar.

### Desarrollo

El estudio se conllevo en dos etapas la primera la implementación del generador de hidrógeno y la segunda el estudio en el desempeño del vehículo.

Para la implementación se utiliza un generador de hidrógeno diseñado y construido con las características descritas en la tabla 1. Tomando como datos base un consumo de aproximadamente 20A de energía y una producción máxima de 4 litros planteados en esta investigación. El armado de las placas y su distribución se evidencia en la figura 1.

Tabla 1.  
Requerimientos del generador de hidrógeno

Requerimiento	Cantidad necesaria
<b>Caudal (litros/min)</b>	$Q \geq 4$
<b>Amperaje (Amperios)</b>	$17 = a \leq 20$
<b>Voltaje (Voltaggio)</b>	$12 = V \leq 14$
<b>Número de placas de acero inoxidable 36L</b>	Placas ánodo-cátodo 8  Placas neutras 23
<b>Dimensiones de las placas</b>	Ancho= 10,5 cm Largo= 11,5 cm Espesor = 0,1 cm
	Placas neutras Ancho - largo= 11cm Espesor= 0,1 cm
	Electrolito Na(OH) ---

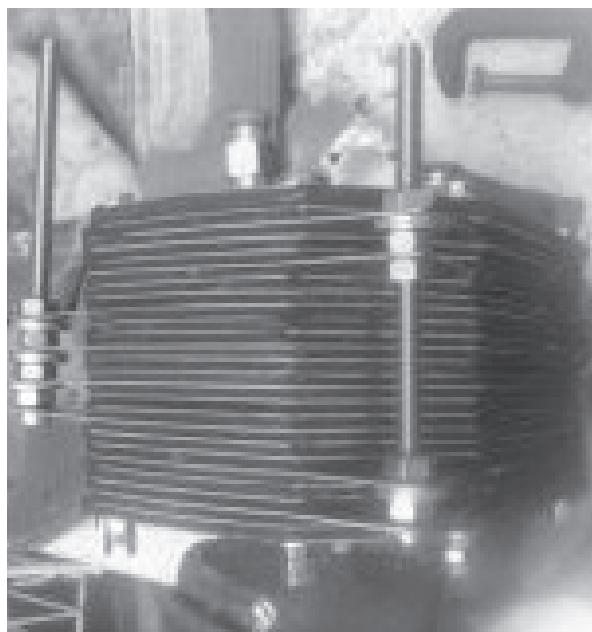


Figura 1. Generador de hidrógeno distribución de placas

Para el control de las distintas proporciones de inyección de hidrógeno se lo realiza con la variación de amperaje de alimentación al generador, el cual se obtiene con un circuito PWM en el cual su funcionamiento y constitución interna se detalla en el estudio de Hurtado & López, (2010), la forma de control se fundamenta en la variación de la alimentación en pulsos el cual se detalla en la imagen 2. Se distribuye en 4 etapas de alimentación lo que denominaremos 100%, 75%, 50%, 25% de inyección de hidrógeno, los datos técnicos de corriente consumida y combustible generado se detalla en la tabla 2 y

3. Para la generación de hidrógeno en el equipo se debe proporcionar agua destilada y un acelerador del proceso (electrolito) el cual es hidróxido de potasio; la preparación es simple por cada litro de agua destilada se adicionará 20 gramos del hidróxido de potasio, se mezcla hasta que se homogenice. Ya lista la preparación con la ayuda de un embudo se adiciona en el depósito hasta obtener un porcentaje del 75% lleno de su máximo con eso el sistema puede funcionar correctamente, el electrolito automáticamente pasa al generador donde están las placas que efectuarán la electrólisis.

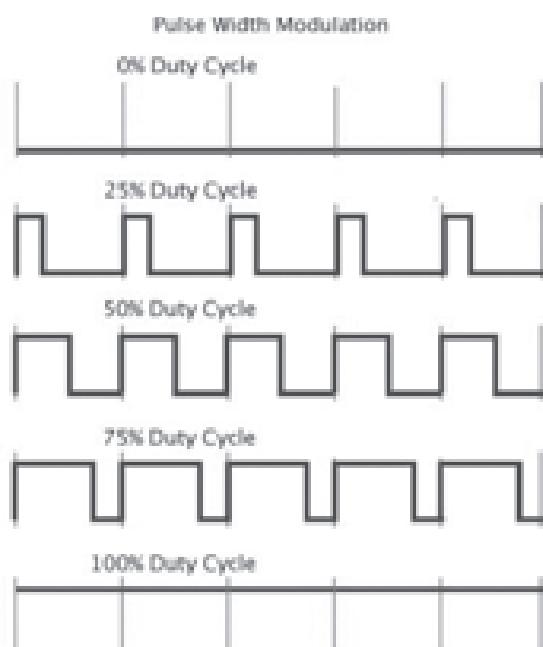


Figura 2. Ciclo de trabajo PWM en el generador de hidrógeno con sus respectivos porcentajes de funcionamiento

**Tabla 2.**  
Corriente consumida por el generador de hidrógeno

Detalle	Amperaje obtenido	Amperaje aproximado
<b>Caudal producido del generador de hidrógeno “100%”</b>	19,56 Amperios	20 Amperios
<b>Caudal producido del generador de hidrógeno “75%”</b>	14,67 Amperios	15 Amperios
<b>Caudal producido del generador de hidrógeno “50%”</b>	9,78 Amperios	10 Amperios

**Tabla 3.**  
Producción de hidrógeno generado por el equipo

Detalle	Caudal calculado de hidrógeno	Caudal aproximado de hidrógeno
<b>Amperaje consumido total “100%” del generador de hidrógeno</b>	4,54 lt/min	4 lt/min
<b>Amperaje al 75% del generador de hidrógeno</b>	3,4 lt/min	3 lt/min
<b>Amperaje al 50% del generador de hidrógeno</b>	2,3 lt/min	2 lt/min
<b>Amperaje al 25% del generador de hidrógeno</b>	1,1 lt/min	lt/min

Ya con el equipo se debe implementar en el vehículo, la manguera de inyección de hidrógeno se conecta paralelo al múltiple de admisión ya que con la

succión que posee transporta el hidrógeno a la cámara de combustión como se muestra en la figura 3.

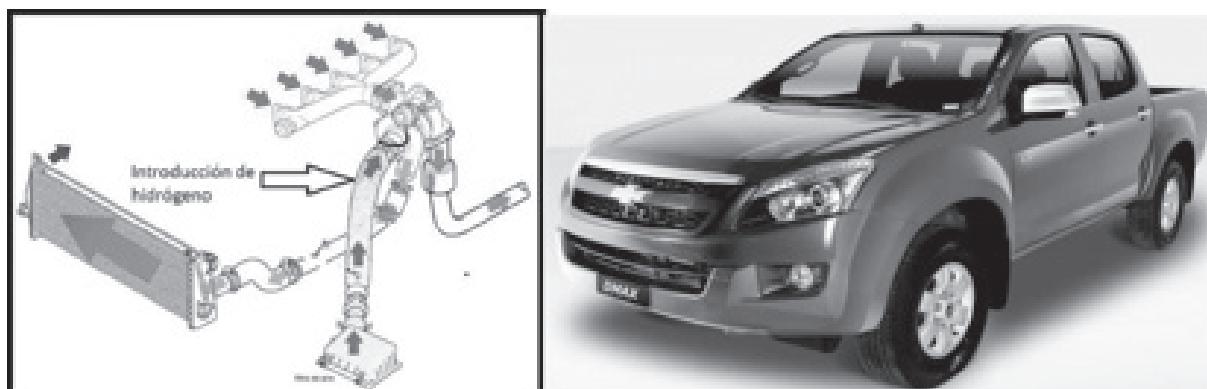


Figura 3. Vehículo y lugar de conexión de la alimentación del generador



El depósito del generador debe estar en un lugar superior al deposito ya que por gravedad alimenta del electrolito al sistema, todas las conexiones eléctricas del circuito se detallan en la figura 4. Para las conexiones de las mangueras de alimentación

y descargo de hidrógeno se basa en el estudio de Biplab, K., Ujjwal, S., & Sahoo, N. (2014). Para la regulación de la producción para cada una de las etapas se tiene en el módulo de control variando los valores de corriente que se detallan en la tabla 3.

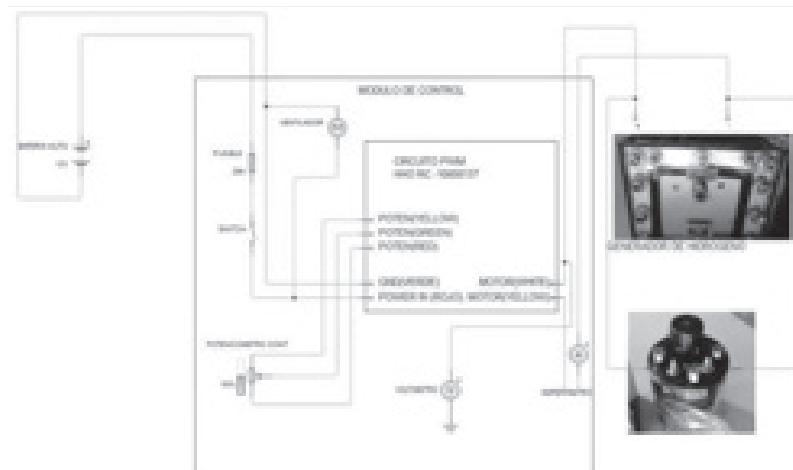


Figura 4. Conexiones eléctricas del generador de hidrógeno

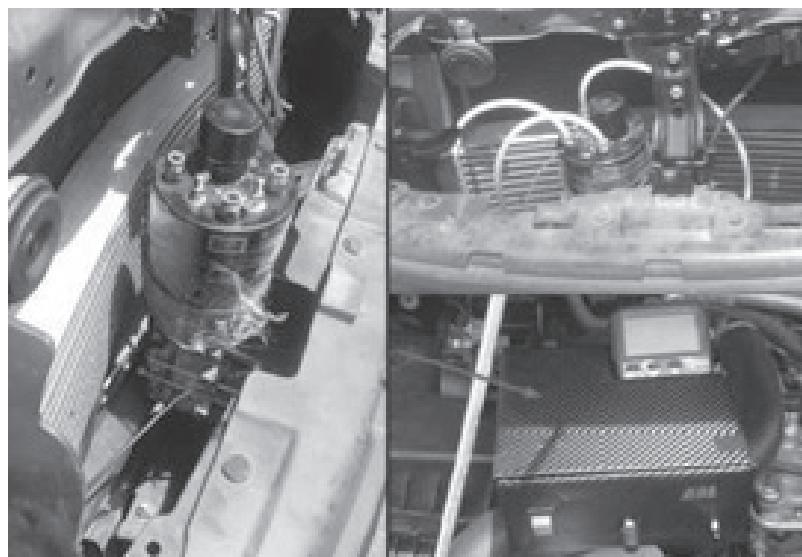


Figura 5. Conexiones de equipo en el vehículo

Para las pruebas de opacidad se cuenta con el equipo Cartek en el laboratorio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga – Ecuador; el cual es un analizador de gases y opacímetro, un equipo multiuso que realizará prueba de opacidad mediante un protocolo de test oficial, brindando un informe y una calificación de aprobado o reprobado según estándares ecuatorianos según

normas NTE INEN 2202 (2000) y NTE INEN 2207. (2002) Norma ISO 11614 configurados en el equipo.

El test se realiza según el procedimiento que el equipo direcciona para cada etapa se realiza 3 pruebas para ratificar datos. El equipo y el informe emitido se muestran en la figura 6.

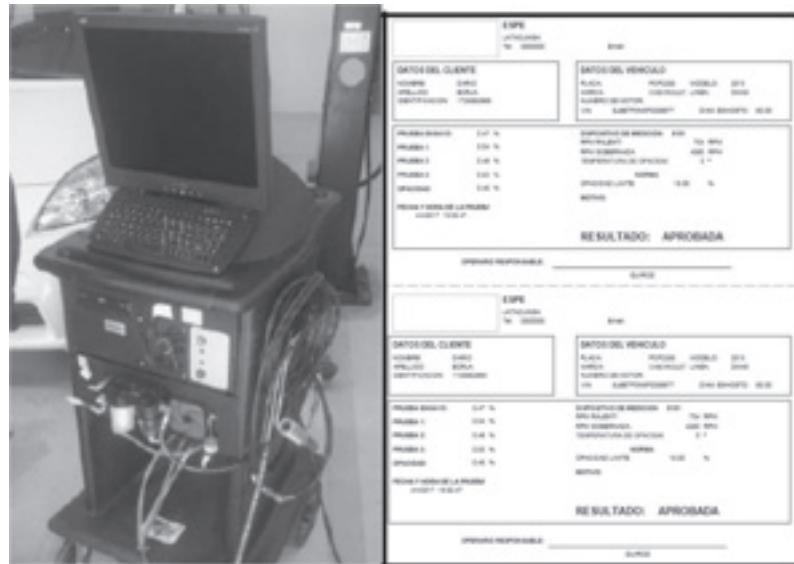


Figura 6. Equipo Cartek, informe de prueba opacidad

Las pruebas de consumo de combustible se basaron en tres protocolos distintos de pruebas dinámicas estandarizados cuyo significado detalla la investigación de Recalde, (2015). Los protocolos son los siguientes:

- FTP-75 y SFTP-SC03
- NYCC
- ECE-15+EUDC

Los datos técnicos de cada uno de los protocolos se pueden consultar en su fuente, para el recorrido de cada prueba se utiliza rutas iguales en horario iguales para no tener alteraciones de congestión vehicular, en esta investigación las pruebas se realizaron en la ciudad de Quito-Ecuador. Para medir el consumo de combustible se utilizó la interfaz OBDLink SX EOBD y el programa de computadora OBDWIZ el cual proporcionará datos reales del consumo de combustible instantáneo y acumulado según se requiera, la conexión se realiza en el conector OBDII del vehículo y una computadora con el programa en mención como se muestra en la figura 7.



Figura 7. Interfaz OBDLink SX EOBD



## Resultados

### Resultados de pruebas de opacidad

Por medio del medidor de opacidad Cartek se obtuvo las respectivas mediciones para el motor estándar y con inyección de hidrógeno en sus diferentes caudales.

Tabla 4

Datos obtenidos de opacidad en las distintas etapas de prueba

	STD	25% de H <sub>2</sub>	50% de H <sub>2</sub>	75% de H <sub>2</sub>	100% de H <sub>2</sub>
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Medición 1	1,24	0,9	0,51	0,83	0,45
Medición 2	1,03	0,71	0,74	0,61	0,54
Medición 3	1,1	0,77	0,9	0,37	0,59
Promedio	1,12	0,79	0,72	0,60	0,53
Resultado porcentual	100 %	70,62%	63,80%	53,71%	46,88%

La tabla 4 presenta los valores de mediciones tomadas para cada porcentaje de hidrógeno y con motor estándar, para cada prueba se realizaron tres mediciones obteniendo un promedio y en la cual se calcula su resultado en porcentaje, evidenciando en

todas las pruebas una disminución de porcentaje de opacidad, como valor máximo en la etapa de inyección de 100% de hidrógeno con disminución del 53.12%.

## Resumen estadístico de la disminución de opacidad en porcentaje

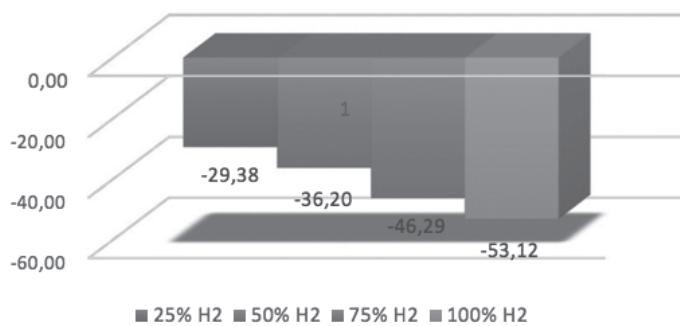


Figura 1. Resumen estadístico de la medición de opacidad

## Prueba de consumo de combustible

### Protocolo FTP-75 y prueba complementaria SF-TP-SC03

En la figura 9 se presenta el consumo de combustible obtenido en cada condición que se aplicó al motor diésel obteniendo resultados positivos y favorables con la inyección de hidrógeno, teniendo como la más alta la condición a motor estándar con 4,73 litros de consumo, seguidos de los valores de 4,35 litros con inyección del 25% de hidrógeno, 4,28 li-

tros con inyección del 50% de hidrógeno, 4,32 litros con inyección del 75% de hidrógeno y el resultado más bajo y significativo obtenido es de 3,86 litros con inyección del 100% de hidrógeno existiendo una variación de 0,87 litros entre la más baja y alta. Con un ahorro máximo de 18.4% en la etapa de 100% de inyección de hidrógeno.

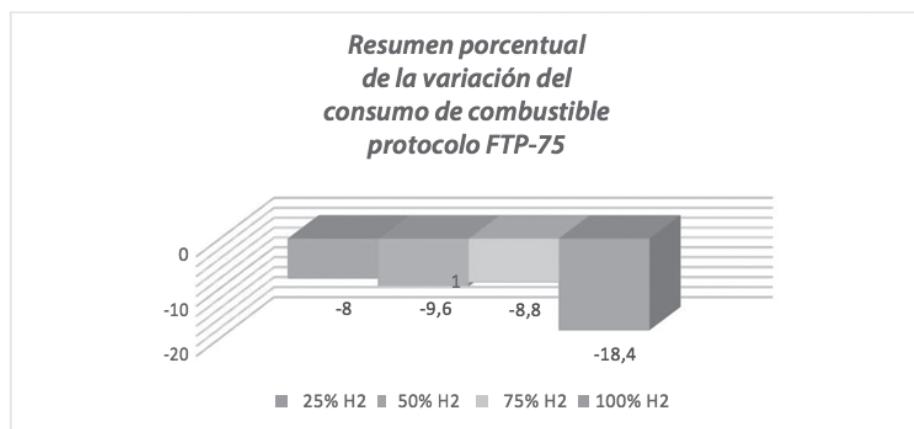


Figura 92. Resumen porcentual de la variación del consumo de combustible protocolo FTP-75

### Resumen estadístico de la prueba complementaria SFTP-SC03

En la figura 10 se expone la variación porcentual que existe entre el consumo de combustible al trabajar con motor estándar y con la inyección de hidrógeno a diferentes proporciones, obteniendo una disminución del consumo de combustible en cada

una de ellas, con la inyección de hidrógeno del 25% se obtuvo un ahorro del 11,63%, del 50% se obtuvo un ahorro del 25,58%, del 75% se obtuvo un ahorro del 25,58% y siendo la más destacada un ahorro del 30,23% con la inyección del 100% de hidrógeno.

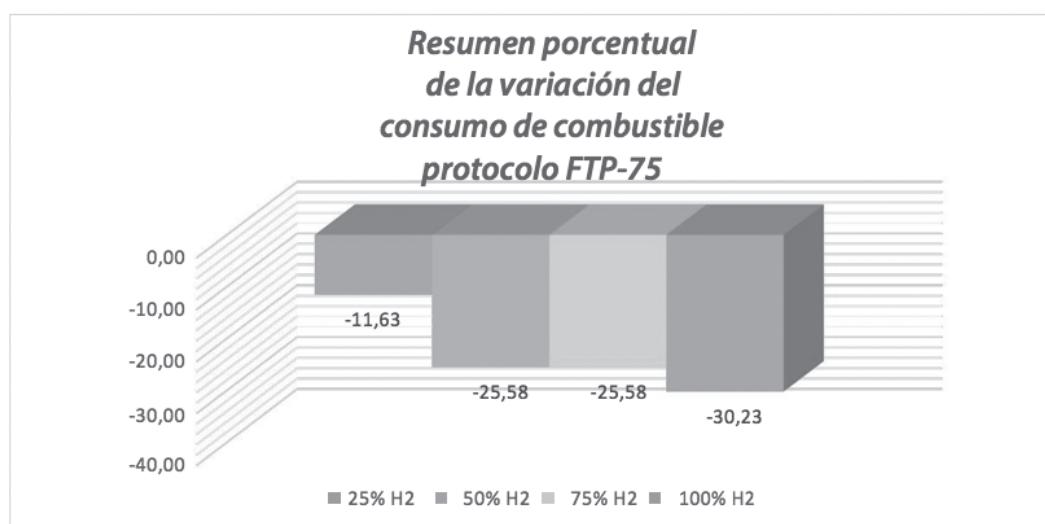


Figura 10. Resumen porcentual de la variación del consumo de combustible prueba complementaria SFTP-SC03



### Resumen estadístico del protocolo NYCC

En la figura 11 se presenta el consumo de combustible obtenido en cada condición que se aplicó al motor diésel obteniendo resultados positivos y favorables con la inyección de hidrógeno, teniendo como la más alta la condición a motor estándar con 0,79 litros de consumo, seguidos de los valores de 0,64 litros con inyección del 25% de hidrógeno, 0,72 litros con inyección del 50% de hidrógeno, 0,64 litros con

inyección del 75% de hidrógeno y 0,64 litros con inyección del 100% de hidrógeno. Siendo los valores más bajos y notables en la condición de 25%, 75% y 100% con un valor de 0,64 existiendo una variación de 0,15 litros. Siendo los valores más bajos y notables en la condición de 25%, 75% y 100% con un valor de 0,64 existiendo una variación de 0,15 litros.

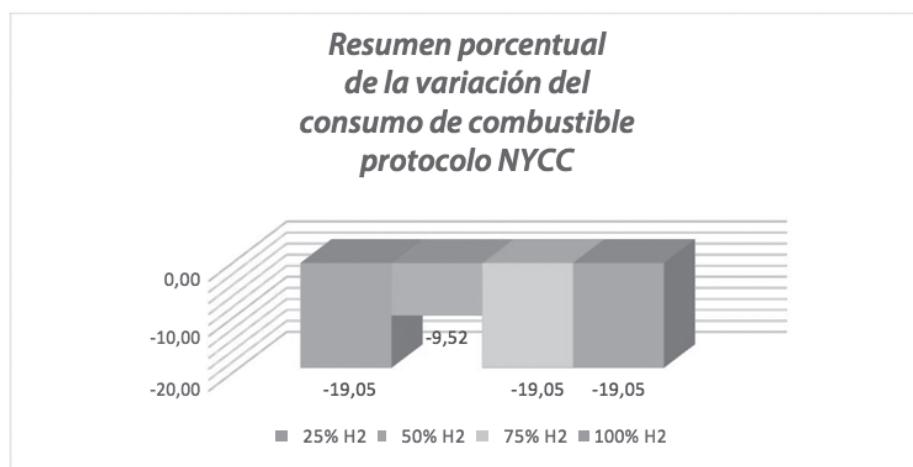


Figura 11. Resumen porcentual de la variación de consumo de combustible protocolo NYCC

### Resumen estadístico del protocolo ECE-15+EUDC

En la figura 12 se presenta el consumo de combustible obtenido en cada condición que se aplicó al motor diésel obteniendo resultados positivos y favorables en la mayoría de los casos con la inyección de hidrógeno, teniendo como la más alta la condición a motor estándar con 1,67 litros de consumo, seguidos de los valores de 1,59 litros con inyección del

50% de hidrógeno, 1,51 litros con inyección del 75% de hidrógeno y el resultado más bajo y significativo obtenido es de 1,44 litros con inyección del 100% de hidrógeno existiendo una variación de 0,23 litros entre la más baja y alta. Un ahorro del 13,64% con la inyección del 100% de hidrógeno.

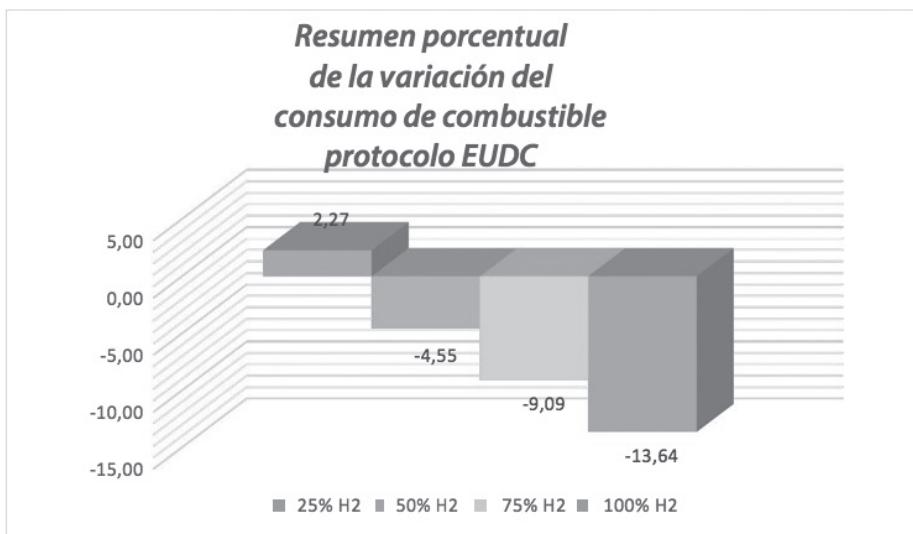


Figura 12. Resumen porcentual de la variación del consumo de combustible protocolo EUDC

## Conclusiones

Se determinó que la proporción óptima es del 100% de la generación de hidrógeno, ya que elevó la potencia y el torque más que las otras proporciones, la opacidad en esta etapa obtuvo la mayor reducción, así como los gases no fueron afectados mayormente, y en tanto al consumo de combustible en los tres protocolos de prueba se obtuvo el mejor resultado a la máxima inyección de hidrógeno

Las pruebas de opacidad que se realizó en el opacímetro Cartek dieron resultados positivos en la inyección de hidrógeno al 100%, tomando el valor promedio de 3 pruebas en cada etapa, se evidencio la disminución del 1.12% en motor estándar a 0.53% con hidrógeno representando esta reducción en el 53.12 %

Existe una disminución de consumo de combustible mediante el protocolo FTP-75 el cual describe una ruta de carretera, siendo el valor más representativo al inyectar 100% de hidrógeno disminuyendo 0.87 litros de diésel en 17.77km recorridos representando el ahorro de un 18.4% y con su prueba complementaria SFTP-SC03 tuvo un ahorro de 0.49 litros representando un 30.23% de ahorro en 5.8 km encendido el aire acondicionado.

Al aplicar el protocolo NYCC tenemos un ahorro al inyectar 100% de hidrógeno en 0.15 litros repre-

sentando una disminución del 19.05% en 1,89 km de recorrido, simulando así una prueba de consumo de combustible de característica urbana.

En el protocolo de consumo de combustible ECE-15+EUDC se obtuvo un ahorro del 15% y 0.22 litros al inyectar 75% de hidrógeno al motor diésel siendo un valor promedio de cuatro etapas de 0.99 km de recorrido en zona urbana, el ahorro de combustible en la etapa seleccionada de 100% de hidrógeno fue de 7.5% o 0.11 litros siendo un valor muy bueno ya que ayuda a la sociedad y al medio ambiente, en la etapa de carretera EUDC al inyectar 100% de hidrógeno se ahorró un 13.64% de combustible siendo esto 0.23 litros en 6.95km de recorrido.

Se recomienda efectuar un estudio acerca de la obtención de hidrógeno e inyección en motores diésel en una mayor cantidad a la realizada en esta investigación (4 litros por cada minuto), tomando como requerimiento la corriente necesaria por el generador de hidrógeno, siendo esta proporcionada por la batería del vehículo

Se recomienda realizar la investigación sobre la durabilidad del generador de hidrógeno implementado en un vehículo con motor diésel para verificar su ciclo de funcionamiento útil y su rendimiento a diferentes horas de trabajo.



## REFERENCIAS

- Biplab, k., Ujjwal, S., & Sahoo, N. (2014). Efecto de la variación de la cantidad de hidrógeno-diésel en la eficiencia térmica del freno de un motor diésel alimentado dual. Assam: Journal of Power Technologies.
- Madhujit, D., Sastry, G., Panua, R., Banerjee, R., & Bose, P. (2015). Efecto de hidrógeno-diésel de combustión de combustible dual de las características de rendimiento y emisión de una de cuatro tiempos de un solo cilindro del motor diésel. Agartala
- Kumar, & Senthil, R. (2015). Características de rendimiento, emisión y combustión del Motor de CI alimentado con diésel e hidrógeno. Berlin.
- Talibi, M., Hellier, P., Balachandran, R., & Ladommato, N. (2014). Efecto de combustible de hidrógeno-diésel co-combustión en las emisiones de escape con la verificación utilizando una técnica de muestreo de gas en cilindros. Londres
- Eduard, W. J. (2005). Hidrógeno Solar Energia para el Futuro. Barcelona-México: Boixareu
- Carrillo, F. (2007). UCLM. Obtenido de <https://www.uclm.es/profesorado/afantinolo/curso%20de%20catalisis/Puertollano%202007/Tercera%20ponencia.pdf>
- Hurtado, D., & López, L. (26 de 03 de 2010). Electric Bricks. Recuperado 04 febrero 2017 Obtenido de <http://blog.electricbricks.com/2010/03/pwm-control-de-velocidad-en-motores-electricos/>
- NTE INEN 2202. (2000). Resource.org. Recuperado 03 febrero 2017 Obtenido de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2202.2000.pdf>
- NTE INEN 2207. (2002). Resource.org. Recuperado 03 febrero 2017 Obtenido de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2207.2002.pdf>
- Recalde, M. (Abril de 2015). Análisis de emisiones en vehículos a gasolina utilizando pruebas estacionaria y dinámica mediante ciclo IM-240. (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional. Quito
- INECC. (2010). inecc.gob. Recuperado 03 febrero 2017 Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/618/vehiculos.pdf>
- Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. (2015). Sectores Estratégicos. Recuperado 03 febrero 2017 Obtenido de <http://www.sectoresestrategicos.gob.ec/balance-energetico/>

**Línea de investigación:**  
ENERGIA Y MATERIALES

Control De Una Mano Robótica Mediante La Señal Obtenida De Un Sensor Neuronal.

José Benjamín Llamuca Condor

**Departamento/Facultad/Escuela**  
Escuela de Electrónica

**Universidad/Instituto**  
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO  
CENTRAL TÉCNICO

jbllamuca@outlook.com

**Resumen**

El presente trabajo presenta los resultados obtenidos al controlar una mano robótica con la señal captada por un sensor neuronal. El prototipo de prótesis estará enfocado en personas que poseen discapacidad física en su extremidad superior. Se realizaró encuestas en el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS) para determinar un número aproximado de personas con discapacidad física en la ciudad de Quito y el nivel de aceptación usando esta tecnología aplicada en prótesis. Para la elaboración de esta prótesis se trabaja con un computador de placa única (SBC) Arduino, encargado de adecuar y acondicionar la señal obtenida para controlar un sistema de servomotores que, conectados a un sistema mecánico y electrónico, pueda imitar los movimientos característicos de una extremidad humana, cumpliendo la función de agarre de objetos pequeños, adicional a esto utiliza cuerdas de nylon encargadas de crear un sistema de poleas para simular tendones, este prototipo está impreso con tecnología 3D en material plástico. Al ser un prototipo dicha prótesis aún no está lista para ser usada por una persona debido a factores como el desgaste del sistema de poleas y la degradación de los elementos y materiales que la conforman

*Palabras Claves— extremidad, neuronal, robótica, ondas, sensor.*

**Abstract**

The present work presents the results obtained when controlling a robotic hand with the signal captured by a neuronal sensor. The prosthesis prototype will be focused on people who have physical disability in their upper limb. Surveys were conducted in the National Council for the Equality of Disabilities (CONADIS) to determine an approximate number of people with physical disabilities in the city of Quito and the level of acceptance using this technology applied in prostheses. For the elaboration of this prosthesis we work with a single-board computer (SBC) Arduino, responsible for adapting and conditioning the signal obtained to control a system of servomotors that, connected to a mechanical and electronic system, can mimic the characteristic movements of a human limb, fulfilling the function of gripping small objects, in addition to this uses nylon cords in charge of creating a system of pulleys to simulate tendons, this prototype is printed with 3D technology in plastic material. Being a prototype such a prosthesis is not yet ready to be used by a person due to factors such as the wear of the pulley system and the degradation of the elements and materials that make it up.

*Keywords— limb, neuronal, robotics, waves, sensor.*

**Introducción**

En la ciudad de Quito se encuentra ubicado el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades CONADIS, el mismo que se encarga de dar asis-



tencia y cuidados a personas con discapacidad, garantizando la equidad, inclusión e igualdad sin discriminación por su nacionalidad, etnia, género o su condición social (CONADIS 2019). Esta institución asegura los derechos humanos de cada persona y es la sede principal para brindar ayuda a personas con cualquier tipo de discapacidad, entre las más comunes se encuentran las discapacidades físicas, por lo cual muchas de estas personas necesitan una prótesis para mejorar su calidad de vida. Actualmente la tecnología permite crear dispositivos que sirven para entretenimiento, investigación o ayuda al ser humano, tal es el caso de las prótesis electrónicas que son diseñadas acorde a las necesidades del usuario. Estudios realizados a partir del 2017, han determinado que es posible de captar las ondas eléctricas que emite el cerebro a través de sensores, los cuales pueden acondicionar dicha señal para ser usado en placas electrónicas y actuadores (Neuro-

ky, 2019). El usuario puede utilizar tecnología que le permite controlar objetos por movimiento muscular, también conocido como EMG1 (Gila 2018) también existe la posibilidad de utilizar sensores mediante impulsos eléctricos emitidos por el cerebro (Caraballo, 2010), tal es el caso de tecnología EEG2. Sin embargo, antes de proceder a usar este tipo de tecnología se procedió a realizar una encuesta para conocer el grado de aceptación y satisfacción de las personas, con esto se impulsa la idea de crear dispositivos encargados de ayudar al ser humano, ya que la mano se considera el órgano más hermoso del ser humano (Wilson, 2002), y al perderla se deja de lado las labores cotidianas. En la búsqueda de información se ha desarrollado diversos proyectos relacionados con el estudio de prótesis electrónicas teniendo así los siguientes resultados:

Para sensores que utilizan la tecnología EEG

Tabla 1. Proyecto realizado con el sensor Neurosky Mobile 2

PROYECTO	DESCRIPCIÓN	LOGRO
Desarrollo de una silla de ruedas eléctrica controlado por ondas cerebrales usando el dispositivo NeuroSky Mindwave Mobile 2.	Control de 2 motores DC usando tecnología EEG para ser usado con una interfaz capaz de monitorear la velocidad de las llantas utilizadas en una silla de ruedas. (Toapanta 2018)	 Figura 1. Silla eléctrica Fuente: Toapanta D (2018)

Fuente: Toapanta D (2018)

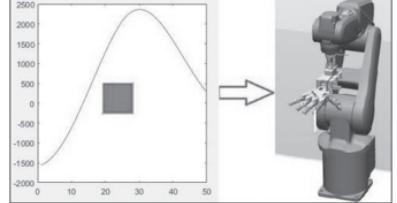
En el estudio de prótesis electrónicas se tiene lo siguiente:

Tabla 2. Tecnología EMG para el control neuronal de un brazo robótico

PROYECTO	DESCRIPCIÓN	LOGRO
Procesamiento de señales EMG en un sistema embebido para el control neuronal de un brazo robótico.	Control de 3 servomotores mediante las señales EMG y señales neuronales para la elaboración de un brazo robótico con movimientos en el hombro, codo y muñeca. (Maldonado, Guerrero 2018).	 Figura 2. Brazo robótico con sensores EMG Fuente: Cantillo, A. Gualdrón, O & Ortiz, J. (2018)

Fuente: Cantillo, A. Gualdrón, O & Ortiz, J. (2018)

Tabla 3. Mano robótica con sensor Mindset

PROYECTO	DESCRIPCIÓN	LOGRO
Control de la mano robot Inmoov-SR mediante casco NeuroSky Mindset	Simulación de una mano robótica a través del programa RobotStudio la misma utiliza una interfaz que permite la comunicación con un sensor neuronal. (Hernández 2017)	 <b>Figura 3.</b> Simulación de brazo robótico en RobotStudio Fuente: Hernandez, A. (2017)

Fuente: Hernandez, A. (2017)

□

### Metodología

Se realizó encuestas a 100 colaboradores, dicho número fue tomado en consideración mediante la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2 * *}{2} = \frac{1,44^2 * 0,5 * 0,5}{0,072^2} \\
 &\quad = 100
 \end{aligned}$$

□

### Ecuación 1. Datos para obtención de muestras.

Fuente: Elaboración propia

En las encuestas se tomó en cuenta la participación de 60 personas, las cuales poseían conocimientos técnicos y los 40 copartícipes restantes fueron personas con discapacidad física, la mayoría de pacientes eran de procedencia humilde por lo cual algunos no tenían conocimiento sobre temas relacionados con tecnología o información

acerca de una prótesis, para obtener información se procedió a pedir ayuda a los miembros de la organización, ofreciendo una breve explicación acerca del funcionamiento de una prótesis electrónica y el propósito de la misma. En la siguiente figura se puede apreciar las 20 preguntas que fueron realizadas a 100 personas.



 <b>ITSCT</b> INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR CENTRAL TÉCNICO	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR CENTRAL TÉCNICO		
	NIVEL TECNOLÓGICO		
	MANO ROBÓTICA CONTROLADA POR UN SENSOR NEURAL		
NOMBRE:	OCUPACION:	SI	NO
1. ¿Ha escuchado sobre las prótesis mecánicas o electrónicas en el Ecuador?			
2. ¿Tiene algún familiar o conocido que use prótesis?			
3. ¿Considera incomodo o extraño el uso de una prótesis?			
4. ¿Conoce la tecnología que hace posible el movimiento de las prótesis?			
5. ¿Sabe lo que es un sensor neural?			
6. ¿Ha visto tecnología con sensores neurales en el país?			
7. ¿Estaría dispuesto a utilizar una diadema neural día a día para usar la prótesis?			
8. ¿Considera que esta prótesis cambiaría la vida de una persona?			
9. ¿Cree que la mano es la extremidad más importante del ser humano?			
10. ¿Conoce lo que es una interfaz humano-máquina?			
11. ¿Ha escuchado hablar sobre la tecnología Neurosky?			
12. ¿Considera adecuado el uso de un sensor neural?			
13. ¿Es eficaz la utilización de una mano robótica con esta tecnología?			
14. ¿Conoce el grado de libertad de un servomotor?			
15. ¿Cree que se puede replicar los movimientos de una mano?			

16. ¿En qué lugar consideraría más factible el uso de una mano robótica?  
\_\_\_\_\_

17. ¿Cuál sería el grado de satisfacción si usted tendría que utilizar este sensor?  
\_\_\_\_\_

18. Que material considera el mas adecuado para la realización de una prótesis y porque  
\_\_\_\_\_

19. Cómo describe esta tecnología aplicada en prótesis  
\_\_\_\_\_

20. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una prótesis electrónica?  
\_\_\_\_\_ \$USD

Figura 4. Encuestas realizadas

Fuente: Elaboración propia

Las preguntas a destacar fueron las siguientes:

Pregunta 1 ¿Ha escuchado sobre las prótesis mecánicas o electrónicas en el Ecuador?

Cuenta de 1. ¿Ha escuchado sobre las prótesis mecánicas o electrónicas en el Ecuador?

¿Ha escuchado sobre las prótesis mecánicas o electrónicas en el Ecuador?



L. ¿Ha escuchado sobre las prótesis...

- SI
- NO

Gráfico 1. Pregunta N° 1 de la encuesta realizada

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Tabulación de datos obtenidos por la pregunta N° 1

SI	67
NO	33
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

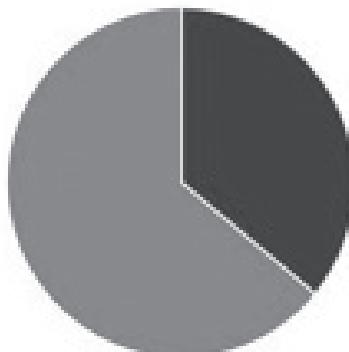
Se puede apreciar que un gran porcentaje de personas conoce acerca de prótesis mecánicas y electrónicas lo cual ayuda a la explicación acerca de las mismas y su funcionamiento, pero al momento

de conocer datos exactos acerca del lugar en el cual pueden conseguirlas, la gran mayoría no supo manifestar una respuesta, tan solo fueron ideas básicas.

Pregunta 5. ¿Sabe lo que es un sensor neuronal?

Cuenta de 5. ¿Sabe lo que es un sensor neuronal?

Cuenta de 5. ¿Sabe lo que es un sensor neuronal?



L. ¿Sabe lo que es un sensor...

- SI
- NO

Gráfico 2. Pregunta N° 5 de la encuesta realizada

Fuente: Elaboración propia



Tabla 5: Tabulación de datos obtenidos por la pregunta N° 5

SI	4
NO	96
TOTAL	100

Fuente: Elaboración propia

Un sensor es un dispositivo que capta las magnitudes físicas u otras alteraciones. (Bullich, 1996). La pregunta N° 5 fue realizada tanto a personas con conocimiento técnico y con conocimiento general determinando que la tecnología con sensores neuronales no es tan común en la ciudad de Quito, por lo cual 96 personas manifestaron no conocer acer-

ca de la misma. La tecnología con sensores EEG está en desarrollo, sin embargo, los costos son muy elevados, motivo por el cual existe escasez de información y conocimiento acerca de la misma, por otro lado, al realizar proyectos basados en señales neuronales se puede promover y fomentar la investigación con esta tecnología.

Pregunta 19. Cómo describe esta tecnología aplicada en prótesis



Gráfico 3. Pregunta N° 19 de la encuesta realizada

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Tabulación de datos obtenidos por la pregunta N° 19

Bueno	48
Innovador	23
Excelente	15
Tecnológico	9
Desconozco	5

Fuente: Elaboración propia

Con esta pregunta se define el nivel de aceptación que tendrían las personas al usar o probar una prótesis electrónica basada en el estudio de señales neuronales, ya que dicho prototipo está en fase inicial y requiere de diversos cambios para ser totalmente compatible con el usuario.

Pregunta 20. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar

por una prótesis electrónica?

Esta pregunta tuvo varias opciones debido a que las personas no tenían conocimiento acerca del costo de una prótesis funcional con dichas características por lo cual el resultado arroja valores superiores a los \$300

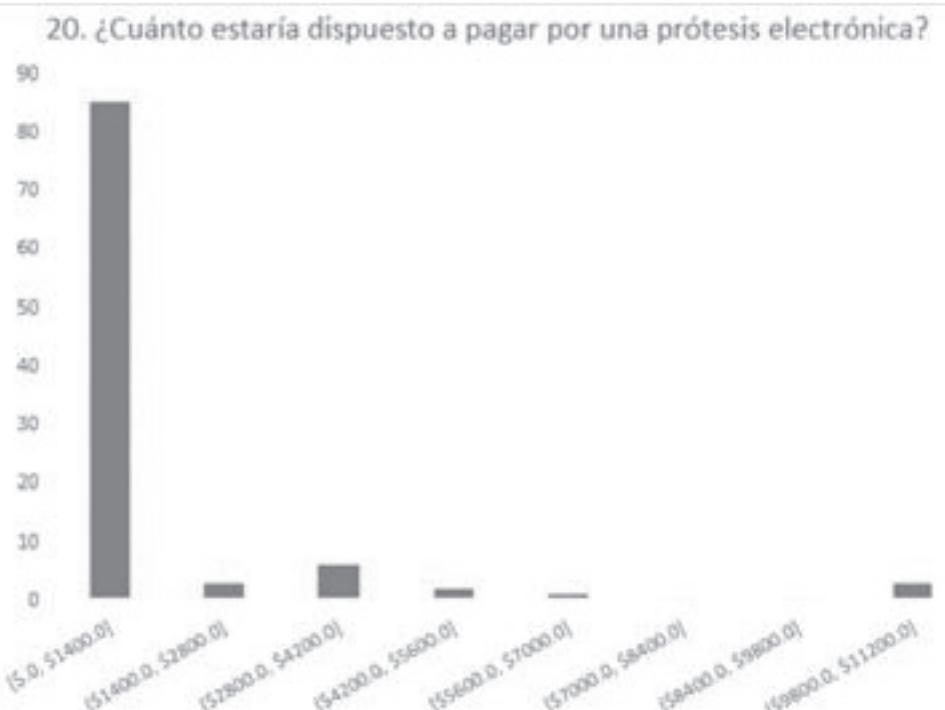


Gráfico 4. Pregunta N° 20 de la encuesta realizada

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron resultados acordes a las necesidades del proyecto y se puede decir lo siguiente:

- El dato obtenido en cuanto a costo de las prótesis es variado, puesto que muchas personas necesitan un sistema mecánico-electrónico complejo en comparación con otros, por lo que, el precio subiría.
- Los movimientos de la mano son complejos pero la mayoría de estos pueden ser replicados. (Frederic, 2004)
- El conocimiento acerca de nueva tecnología para prótesis electrónicas no está actualizado debido a que mucha gente desconoce cómo se fabrican.
- La mayoría de gente aprueba este prototipo de prótesis electrónica ya que considera que es algo bueno para ayuda social e innovador en cuanto a tecnología.
- Los actuadores del sistema mecánico deben proporcionar fuerza suficiente para realizar una acción determinada (Fukuda, 1992), en este caso se considera el uso de servomotores con la suficiente corriente para ser accionados.



## Resultados

Tabla 7. Prototipo de prótesis electrónicas

Prototipo de prótesis que detecta las señales neuronales	Prototipo de prótesis comandada por la señal de un sensor neuronal
	
<p>Figura 5. Brazo robótico controlado por señales neuronales Fuente: Imperial.UK (2017)</p>	<p>Figura 6. Mano robótica controlada por el sensor NeuroSky Mobile 2 Fuente: Elaboración propia</p>
CARACTERISTICAS	CARACTERISTICAS
<ul style="list-style-type: none"><li>- Prototipo.</li><li>- Interpreta las señales eléctricas enviadas por motoneuronas (médula espinal).</li><li>- Los sensores van conectados directamente en la espalda para luego conectarla a la parte afectada.</li><li>- Se lo puede usar mediante tratamientos de fisioterapia a cargo de profesionales. (Smith, 2017)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Prototipo.</li><li>- Capta las señales eléctricas enviadas desde el cerebro, mediante los niveles de atención.</li><li>- El sensor es un casco portátil que se lo conecta al lóbulo de la oreja y en la frente del usuario.</li><li>- Su uso se lo logra mediante la práctica y las diversas aplicaciones que contiene el software.</li></ul>
DISEÑO	DISEÑO
<ul style="list-style-type: none"><li>- Elaborado con aleación de metal y plástico.</li><li>- Utiliza servomotores y un sistema mecánico con engranajes.</li><li>- Se ajusta a las necesidades del usuario y puede ser colocado de manera sencilla.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Su material es de plástico PLA utilizado en impresión 3D.</li><li>- Utiliza 5 servomotores y leds para su funcionamiento.</li><li>- Se ajusta al usuario y su diseño es único, esta prótesis no puede ser colocada.</li></ul>

Fuente: Elaboración propia

Mediante las encuestas realizadas se determinó que las personas tienen un alto nivel de aceptación para la elaboración y utilización de esta prótesis usando tecnología EEG, ya que consideran que es una idea innovadora y a su vez esta misma beneficiaría a mucha gente con este tipo de discapacidad. El prototipo de mano robótica puede ser controlado basándose en los niveles de atención y meditación que son captados gracias al sensor NeuroSky Mobile 2, mediante esto se puede manipular los servomotores que darán los movimientos característicos deseados, esto con el fin de hacer que se muevan los dedos

de manera articulada para agarrar objetos pequeños que no sobrepasan las 2 libras de peso (Lauren, 2011). Para comprobar si el individuo está apto para usar el sensor se creó un panel de leds que indicarán los niveles de atención. La manera de comprobar el funcionamiento de sensor fue realizando pruebas en adultos mayores cuya edad se situaba entre los 60 años – 65 años, otra prueba realizada fue en niños entre 10 años – 13 años, ambos grupos podían utilizar el sensor, pero no eran conscientes de como lograban el movimiento (Haykin 1999). Una prueba un tanto curiosa fue realizada en una perso-

na dormida, se pudo evidenciar que los niveles de meditación tenían prioridad por lo cual era posible mover medianamente la mano, aquellas personas que padecen migraña son propensas a tener niveles bajos de atención. (Sabater, 2017)

### Conclusiones

Los datos obtenidos a través de las encuestas arrojan resultados en los cuales se evidencia el desconocimiento de prótesis electrónicas.

La tecnología EEG permite elaborar unas prótesis electrónicas capaces de realizar movimientos de acuerdo con la necesidad del usuario, sin embargo, esto dependerá del nivel de atención y meditación que posea.

Esta prótesis aún está en fase de prueba debido a las limitaciones de diseño y un sistema que pueda ser usado diariamente.

## BIBLIOGRAFIA

- Bullich, S. (1996) Mecanorreceptores y sensibilidad, Biomecánica IV, 6 (42-50)
- Caraballo, H. (2010) Atlas de la encefalografía. Editorial Medica Panamericana Sa
- CONADIS (2019) Consejo Nacional para la Igualdad y Discapacidades. Estadísticas en discapacidad. Recuperado de: <https://www.conejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>
- Frederic, H. (2004). Atlas de la anatomía humana. México, PEARSON education.
- Fukuda, T. (1992) "Precision Sensors, Actuators and Systems". Kluwer Academic Publishers.
- Gila, L (2018) Métodos de procesamiento y análisis de señales electromiografías. Pamplona-Navarra
- Haykin S. (1999). Neural Networks. A Comprehensive Foundation, Prentice-hall
- Hernández, A. (2017). Control de la mano robot Inmoov-SR mediante casco NeuroSky Mindset. [ebuah.uah.es](http://ebuah.uah.es)
- Lauren, J. (2011) Design and Control of an Anthropomorphic Robotic Finger with Multi-point Tactile Sensation, Sección 2.2 Página 31
- Maldonado, AC. Guerrero, O (2018). Procesamiento de señales EMG en un sistema embebido para el control neuronal de un brazo robótico. [revistas.unipamplona.edu.co](http://revistas.unipamplona.edu.co)
- Neurosky (2019). Think Gear Serial Stream Guide. Recuperado de: [http://developer.neurosky.com/docs/doku.php?id=thinkgear\\_communications\\_protocol](http://developer.neurosky.com/docs/doku.php?id=thinkgear_communications_protocol).
- Sabater, V. (2017) Tipos de ondas cerebrales: Delta, Theta, Alpha, Beta, Recuperado de: <https://lamenteesmaravillosa.com/tipos-de-ondas-cerebrales/>
- Smith, C. (2017) Prosthetic arm technology that detects spinal nerve signals developed by team. South Kensington Campus London, UK
- Toapanta, V. (2018) Desarrollo de una silla de ruedas eléctrica controlado por ondas cerebrales usando el dispositivo NeuroSky Mindwave Mobile 2. [repositorio.uisrael.edu.ec](http://repositorio.uisrael.edu.ec)
- Wilson, F. (2002) La mano, Mallorca-España, Tusquets.



**Línea de investigación:**  
**ENERGÍA Y MATERIALES**

WSN Robotizado para el rescate de lagunas

María Mendoza\_1a, Stalin Flores\_2a,  
José Morales\_3b

**Departamento/Facultad/Escuela**

a Tecnología Superior en Desarrollo de Software  
b Facultad de Informática y Electrónica, Carrera  
de Electrónica Control y Redes Industriales

**Universidad/Instituto**

Instituto Tecnológico Superior Riobamba  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

mmendoza@institutos.gob.ec,  
sflores2000@hotmail.es,  
jose.morales@epoch.edu.ec

**Introducción**

Las lagunas almacenan agua estancada, su profundidad varía entre 1 y 2000 m, y su superficie puede ser desde unos cuantos m<sup>2</sup> hasta miles de km<sup>2</sup>. Se forman por el deshielo glacial o por la erosión, otros por el estancamiento de los ríos. Dada la íntima relación de los ecosistemas lacustres con los terrestres que los rodean, el aporte de materiales de unos a otros es inevitable. Hoy en día, cantidades importantes de sedimentos se depositan en las lagunas provenientes de los alrededores. Las plantas que mueren y el aporte de materia orgánica producen mayor cantidad de materia en descomposición, sobre la que actúan las bacterias. Esta actividad consume la cantidad de oxígeno disuelto, modificando las condiciones del medio y restringiendo la vida por debajo de la superficie. El número de especies se reduce considerablemente y la actividad termina por limitarse a la superficie.

En nuestro país son escasas las investigaciones de estos ecosistemas y la contaminación del agua de los mismos, no se han incluido en los programas de desarrollo urbano, sólo la ciudad de Ibarra ha implementado un proyecto para recuperar las lagunas de la zona, pero no han generado investigaciones relevantes sobre el mismo. En la mayoría de los casos por la falta de equipos debido a sus altos costos y la ausencia de normativas a nivel local o nacional que promuevan su estudio.

La mayoría de sistemas que monitorean los ecosistemas y calidad del agua trabajan por separado y las tomas de datos se analizan en laboratorios, los mismos se encuentran formados por el equipo de recolección de datos y el área de análisis de la información; sus limitaciones son los costos excesivos de equipos, su gran volumen que dificulta su traslado a diferentes lugares y la toma de muestra es en su mayoría de difícil acceso. Por lo que es necesario elaborar diseños que faciliten su movilidad.

Por lo expuesto anteriormente se ha desarrollado la investigación, cuyo objetivo es diseñar un prototipo robotizado con una red inalámbrica de sensores inteligentes, para el monitoreo en línea del ecosistema y contaminación del agua presente en las lagunas. Su implementación es de bajo costo comparado con equipos tradicionales, y su aplicación se enmarca en la búsqueda de soluciones para mejorar la calidad de vida de la población y del medio ambiente, para el desarrollo de esta investigación se convino la utilización de métodos y técnicas como una revisión documental, para conocer información relacionada al ecosistema y calidad del

agua de lagos y lagunas, trabajos relacionados al objeto de estudio así como avances tecnológicos; una análisis histórico-lógico, empleado para estudiar la evolución de los sistemas electrónicos para la monitoreo de la calidad del agua; la sistematiza-

ción, para aplicar la información bibliográfica y experimental al diseño del sistema de monitoreo en línea del ecosistema y calidad del agua; el análisis y síntesis, para evaluar los resultados, llegar a conclusiones y recomendaciones; además de métodos de experimentación, para realizar la simulación y comprobación de los módulos que se describen en la investigación; la medición, para la evaluación los niveles de temperatura y pH del agua durante la implementación práctica de la investigación; la observación, para la validación del sistema diseñado y los métodos estadísticos que permiten procesar e interpretar los resultados obtenidos con el prototipo desarrollado y contrastarlos con los parámetros de diseño originales.

### Desarrollo

Para cumplir con el objetivo trazado se llevaron a cabo las tareas de Investigación en cuanto al estu-

dio y selección de las formas de transmisión de información y de los distintos dispositivos electrónicos a emplear; la revisión bibliográfica sobre la medición de datos de calidad del agua y estado del ecosistema; una revisión bibliográfica de los ecosistemas de las lagunas; y mediante estos conocimientos se procede a realizar el diseño e implementación del hardware y software para finalmente realizar las pruebas y puesta a punto del algoritmo y circuitos de adquisición de datos para su posterior valoración de resultados y análisis de errores.

### Arquitectura de la WSN Robotizado

La concepción general propuesta para la WSN Robotizado se presenta en la figura 1, en cual se puede observar el Nodo Robotizado Acuático (NRA), la Estación Remota en Tierra (ERT) y el Módulo de Aviso. Estos módulos se comunican entre sí por radiofrecuencia, Wi-Fi y GSM.



**Figura 1: Arquitectura de la WSNRobotizado**

Autor: Mendoza María, 2018

Nodo Robotizado Acuático (NRA): Encargado de supervisar, recolectar y transmitir la información medida por los sensores en tiempo real, permite obtener datos de pH y temperatura del agua, temperatura y humedad relativa ambiente, latitud/longitud del sitio en donde se realiza la monitoreo, además realiza la captura de video-imágenes del ecosistema acuático. Parámetros necesarios para el monitoreo del ecosistema y la contaminación del agua. Transmite la información recolectada por los sensores ha-

cia la estación remota en tierra en forma directa al computador por módulos de radiofrecuencia (RF). El módulo está integrado por sensores, una fuente de alimentación independiente, un transmisor de RF y un circuito de procesamiento, los mismos se encuentran contenidos en un nodo robotizado encargado de transportarlos y protegerlos. El NRA integrado por nueve bloques, dos de estos contienen los sensores que se encargan de la medición de las 4 variables físico-químicas del agua y del ambiente,



un bloque se encarga de verificar que estas variables se encuentren dentro del rango permisible de lo contrario forma un mensaje para ser enviado a través de la red GSM, otro bloque contiene el sensor que obtendrá la ubicación mediante el sistema de posicionamiento global (GPS), un bloque se encarga de capturar las video imágenes y las transmite a través de Wi-Fi, el bloque de procesamiento que recibe la información de los sensores. Esta información es entregada al bloque de transmisión para ser enviada a los módulos restantes. Por último está el bloque Nodo Robotizado encargado de transportar a los bloques antes mencionados.

**Estación Remota en Tierra (ERT):** Es una estación fija o móvil que se encarga de concentrar toda la información transmitida por radiofrecuencia desde el NRA por las zonas donde se desplace el nodo robotizado; permite visualizar y almacenar la información en el computador, de esta manera se crea una base de datos para que el usuario pueda acceder a la misma. Además cuenta con un bloque que transmite información al nodo robotizado para el control de sus movimientos.

**Módulo de Aviso:** Consta de cuatro bloques interconectados unidireccionalmente. El bloque de recepción de datos que recibe a través de la red GSM un mensaje de alerta, además recibe las video-imágenes por medio de Wi-Fi, información enviada desde el NRA; la misma se procesa en el módulo de Procesamiento de la Información la cual se envía al módulo de Visualización para que las muestre: la primera en forma de mensaje SMS y la segunda mediante la APP Android. El cuarto bloque es el de Transmisión de la Información encargado de controlar los movimientos de la cámara robotizada.

#### **Hardware de la WSN robotizado**

Para cumplir con los requerimientos de la WSNRobotizado se eligieron las plataformas Arduino UNO y MEGA 2560, por el costo, factibilidad y facilidad de uso, para el Nodo Robotizado Acuático son necesarios algunos sensores que se encargan de obtener las mediciones de temperatura y humedad relativa ambiente, temperatura y pH del agua, además uno de los ellos realiza la captura de video-imágenes y otro obtiene la ubicación de las mediciones. Estos sensores pueden definirse como inteligentes pues combinan las funciones de detección, procesamiento de señal y comunicación dentro de ellos. Según los Criterios de calidad de aguas para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario del Ministerio del Ambiente define los valore mínimos y máximos que son: Temperatura Ambiente -10° C, 40° C; Humedad Relativa Ambiente 60% HR, 80% HR; Temperatura del agua -10° C, 20° C; Conductividad 100  $\mu$ S/cm, 3000  $\mu$ S/cm; Turbidez <5, 50 NTU, 100 NTU; pH del Agua 6,5 a 9. El dispositivo

de captura de video-imágenes debe supervisar el ecosistema en tiempo real es decir debe permitir ver

las video-imágenes de la laguna en diferentes ángulos, y con poca entrada de luz, por lo que es necesario que cuente con visión nocturna. De la revisión de las características de algunos sensores de temperatura, humedad, pH y dispositivos para la captura de video-imágenes que existen en el mercado, se seleccionaron los que cumplen con los requerimientos para la WSNRobotizado que son el Sensor de temperatura y humedad relativa del ambiente (AM2301), Sensor de temperatura del agua DS18B20, Logo Ph Sensor v1.1, Módulo GPS NEO 6M, WANSCAM HW0024 W.

Para la estructura del nodo robotizado se utiliza la herramienta de diseño mecánico SOLIDWORKS CAD en 3D que proporciona facilidad de diseño robusta, está compuesto por material tipo PLA o ácido poliláctico que es uno de los filamentos más versátiles para la impresión en 3D de tipo biodegradable y normalmente se obtiene del almidón de maíz, permitiendo una textura de las piezas no tan suave, pero sumamente brillante y con esquinas suavizadas. Además, los dispositivos a utilizar para la construcción del Nodo Robotizado son los Driver dual para motores (Full-Bridge) – L298N y Motores Motorreductores DC para el movimiento del nodo. Usa tecnología ZigBee por su flexibilidad, bajo costo y bajo consumo de energía; se utilizó módulos XBee-PRO 900 OEM del fabricante DiGi International, GSM/GPRS SIM 900's, Flysky Fs-i6,

#### **Esquema de Conexión Físico de la WSN Robotizado**

La WSNRobotizado se comunica con cada uno de los componentes de la siguiente manera:

El sensor de temperatura y humedad relativa del ambiente (AM2301) se une su salida de datos (OUT) con el terminal 4 del Arduino. Adicional se debe conectar una resistencia de 5,1 k $\Omega$  entre el terminal OUT y la alimentación de 5 V.

El sensor de temperatura del agua DS18B20 se une su salida de datos (DQ) con el terminal 12 del Arduino. Se debe conectar una resistencia de 4,7 k $\Omega$  entre el terminal DQ y la alimentación de 5 V.

Sensor de pH del agua SEN0161 se conecta su salida Po al pin A2 del Arduino y la alimentación a 5 V.

El GPS NEO 6M se conecta a la alimentación de 3.3V del Arduino UNO el pin GND del Arduino UNO al pin GND del módulo GPS, el pin digital 4 del Arduino UNO al pin Tx del módulo GPS y el pin digital 3 del Arduino UNO al pin Rx del módulo GPS. Se debe conectar una fuente de alimentación exter-

na al shield GPRS y alimentar el Arduino con una fuente aparte, se utiliza los pines 7 y 8 para la comunicación serie y el GND entre ambas tarjetas.

### Software De La WSN robotizado

El software para manejar los diferentes módulos de la WSNRobotizado se realiza con programación estructurada, por medio de funciones. Las herramientas de programación utilizadas para en el desarrollo del software son el entorno de desarrollo integrado también llamado IDE de Arduino utilizado para desarrollar los programas que corren en el NRA, Lab-VIEW que desarrolla las herramientas virtuales de monitoreo y control, Software Android

Studio P2P IPC es una APP para control de la cá-

mara robotizada para la supervisión del ecosistema acuático.

En el software desarrollado para el NRA trabaja con cuatro librerías y siete funciones para la lectura de los sensores y generar el protocolo de comunicación para esto cuenta con encabezado que declara las librerías externas DHT.h, Dallas, temperatura.h, Tiny-GPS, el Loop que repite indefinidamente GPS\_h\_f(), Temp\_amb(), Hum\_amb(), Temp\_agua(), pH\_agua(), Conductividad(), Turbidez(), Mensaje\_sms().

La estructura del protocolo de comunicación se presenta como una trama de datos a ser enviada a la ERT tiene una longitud de 70 caracteres ASCII y está distribuida de la siguiente manera:

Nº de Caracteres																				
1	3	4	3	5	7	7	9	9	3	3	3	5	3	3	3	3	1		Fin TD	
Inicio TD	Temperatura Ambiente	Humedad relativa Ambiente	Temperatura del Agua	pH del Agua	Conductividad del Agua	Turbidez del Agua	Latitud	Longitud	Día	Mes	Año	Hora	Min.	Seg.						
Registro																				

Figura 2: Trama de datos  
Autor: Mendoza María, 2018

### Resultados de la WSN Robotizado

Al no disponer de equipos especializados por sus costos excesivamente altos se efectúa un análisis comparativo de los datos obtenidos por cada sensor del NRA con respecto a equipos comerciales de medición de características similares.

Caracterización de las mediciones de temperatura y humedad relativa ambiente

En la tabla 1 se presenta los valores del resultado de las mediciones realizadas con los sensores incorporados al NRA, los mismos presentan una exactitud de  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  en la medida de temperatura ambiental y 3% RH en la medida de humedad relativa ambiente.

Para el efecto comparativo se toma como referencia el equipo ( Electronic Thermo-Hygrometer Model: ETHG912) cuya exactitud es  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  en temperatura y  $\pm 1\%$  HR en Humedad Relativa Ambiente.

Las mediciones se obtuvieron sometiendo a funcionamiento continuo al NRA, durante un tiempo estimado de siete días sin considerar el horario, se generan 25 muestras para su análisis con el objetivo de comprobar si el sistema no introduce un error adicional al de los sensores juntos cuyos errores máximos son de  $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$  en la temperatura y  $\pm 4\%$  HR en humedad relativa.

Tabla 1 Mediciones con los sensores de temperatura y humedad del ambiente

Nro	REFERENCIA		MÓDULO DE RECOLECCIÓN		Error Absoluto Temperatura	Error Absoluto Humedad Relativa
	ETHG912		AM2301			
	TEMPERATURA °C	HUMEDAD %HR	TEMPERATURA °C	HUMEDAD %HR		
1	21	49	22	53	-1	-4
2	21	50	21	53	0	-3



3	21	50	21	53	0	-3
4	21	50	21	53	0	-3
5	21	50	21	53	0	-3
6	21	50	21	53	0	-3
7	21	50	21	53	0	-3
8	21	50	21	53	0	-3
9	21	50	21	53	0	-3
10	21	50	21	53	0	-3
11	21	50	21	53	0	-3
12	21	50	21	53	0	-3
13	21	50	21	53	0	-3
14	20	50	21	53	-1	-3
15	20	50	21	53	-1	-3
16	20	50	21	53	-1	-3
17	20	50	21	54	-1	-4
18	20	50	21	54	-1	-4
19	20	50	21	54	-1	-4
20	21	50	21	53	0	-3
21	20	50	21	53	-1	-3
22	20	50	21	53	-1	-3
23	20	50	21	53	-1	-3
24	20	50	21	53	-1	-3
25	20	50	21	53	-1	-3

Fuente: Datos tomados durante las pruebas de medición.

Realizado por: Mendoza María, 2018

Mediante el análisis se concluye que el sistema diseñado no introduce error al medir la temperatura ambiente y la humedad relativa, presentando errores máximos de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  y  $\pm 4\%$ , que corresponden a los errores de medida de los sensores utilizados en esta investigación.

### Caracterización de las mediciones de temperatura y pH del agua

En la tabla 2 se presenta los valores del resultado de las mediciones realizadas con los sensores para mediciones en el agua, los mismos presentan una exactitud de  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  en la medida de temperatura ambiental y  $\pm 0,1 \text{ pH}$  (a  $25^{\circ}\text{C}$ ) en la medida de potencial de hidrógeno del agua. Para el efecto comparativo se toma como referencia el equipo (TDS&EC Hold) cuya exactitud es  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  en tempe-

ratura del agua. (METRICS-Digital Meters, 2015) El Macherey-Nagel pH-Fix tienen una precisión de  $\pm 0,1 \text{ pH}$  en el agua.

Se generan 25 muestras para su análisis cuyos errores máximos deben estar en  $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$  en la temperatura y  $\pm 0,2 \text{ pH}$  del agua.

Tabla 2 Mediciones con los sensores de temperatura y pH del agua

Nro	REFERENCIA		MÓDULO DE RECOLECCIÓN		Error Absoluto de Temperatura	Error Absoluto pH
	TDS&EC	pH-Fix	DS18B20	SON0161		
	TEMPERATURA °C	pH	TEMPERATURA °C	pH		
1	18	7	18	6,9	0	0,1
2	18	7	18	6,9	0	0,1
3	18	7	18	6,9	0	0,1
4	18	7	18	6,9	0	0,1
5	18	7	18	6,9	0	0,1
6	18	7	18	6,9	0	0,1
7	18	7	18	7	0	0
8	18	7	18	7	0	0
9	18	7	18	7	0	0
10	18	7	18	7	0	0
11	18	7	18	7	0	0
12	18	7	18	7	0	0
13	18	7	18	7	0	0
14	18	7	18	7	0	0
15	18	7	18	7	0	0
16	18	7	18	7	0	0
17	18	7	18	7	0	0
18	18	7	18	7	0	0
19	18	7	18	6,9	0	0,1
20	18	7	18	6,9	0	0,1
21	18	7	18	7	0	0
22	18	7	18	7	0	0
23	18	7	18	7	0	0
24	18	7	18	7	0	0
25	18	7	18	7	0	0

Fuente: Datos tomados durante las pruebas de medición.

Realizado por: Mendoza María, 2018

Mediante el análisis se concluye que el sistema diseñado no introduce error al medir la temperatura y potencial de hidrógeno del agua, presentando errores máximos de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  y  $\pm 0,1\text{pH}$ , que corresponden a los errores de medida de los sensores utilizados en esta investigación.

#### Caracterización del sensor de posicionamiento GPS

Para este análisis se puso en funcionamiento el Nodo robotizado con el cual se tomaron varias muestras durante un lapso de tiempo de 10 minutos almacenados en un archivo en el computador y a través de la herramienta software MatlabR2015a se

realiza el gráfico de las trayectorias tomadas, para comparar con las mediciones tomadas con el equipo comercial (Oregon 550T), y se muestran los resultados en la figura 3. (Garmin Ltd., 2017)

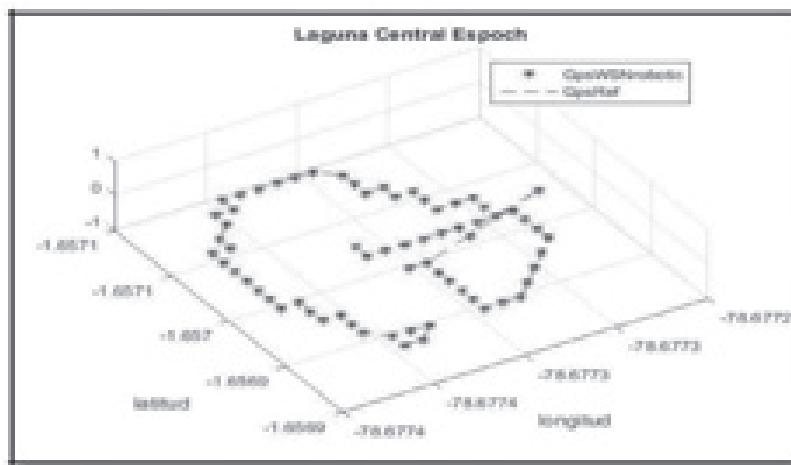


Figura 3 Trayectoria realizada por el sensor de posicionamiento del NRA y el equipo comercial Oregon 550T

Fuente: Mendoza María, 2018

Para una mejor referencia se utiliza la herramienta virtual en línea “GPS Visualizer” en la cual se puede mostrar rutas de conducción, direcciones de calles o coordenadas simples para visualizar rápidamente

datos geográficos como observaciones científicas, eventos, ubicaciones; la estabilidad de las mediciones realizadas se muestra en la figura 4.



Figura 4 Representación de la trayectoria realizada con el nodo robotizado utilizando el GPS Visualizer.

Fuente: Mendoza María, 2018

### Repetitividad del NRA

Repetitividad de los sensores de temperatura y humedad relativa ambiente, temperatura y pH del agua

Para este análisis se tomaron 25 muestras durante un lapso de tiempo de un minuto almacenado en un archivo en el computador a través de la herramienta desarrollada en LabVIEW2015. El análisis estadístico se realizó con la ayuda de Microsoft Excel 2013, con cual se calculó la media ( $\bar{x}$ ), la desviación

estándar ( $\sigma$ ) y el coeficiente de variación ( $= (\sigma / \bar{x}) \times 100\%$ ) como se muestra en la tabla 3-4, determinándose que el coeficiente de variación del 0% en la temperatura del agua, 0.05% en el pH del agua, 0.20% en la temperatura ambiente y 0.33% en la humedad relativa del ambiente, valores que exhiben poca variabilidad, determinándose la estabilidad de las mediciones realizadas con el NRA.

Tabla 3 Evaluación de repetitividad de las mediciones de los sensores del NRA

Nro	DS18B20	Logo Ph Sensor v1.1	AM2301	
	TEMPERATURA ° C	pH	TEMPERATURA ° C	HUMEDAD %HR
1	18	6,9	22	53
2	18	6,9	21	53
3	18	6,9	21	53
4	18	6,9	21	53
5	18	6,9	21	53
6	18	6,9	21	53
7	18	7	21	53
8	18	7	21	53
9	18	7	21	53
10	18	7	21	53
11	18	7	21	53
12	18	7	21	53
13	18	7	21	53
14	18	7	21	53
15	18	7	21	53
16	18	7	21	53
17	18	7	21	54
18	18	7	21	54
19	18	6,9	21	54
20	18	6,9	21	53
21	18	7	21	53
22	18	7	21	53
23	18	7	21	53
24	18	7	21	53
25	18	7	21	53
Media	18,00	6,97	21,04	53,12
Desviación Estándar ( $\sigma$ )	0,00	0,05	0,20	0,33
Coeficiente de Variación	0,00%	0,68%	0,95%	0,62%

Fuente: Datos tomados durante las pruebas de medición.

Realizado por: Mendoza María, 2018

### Caracterización de las comunicaciones de la WSN Robotizado

La caracterización de las comunicaciones en la WSN Robotizado se realizó en dos etapas: una durante la implementación de cada módulo y la otra con el sistema en conjunto. Las pruebas diseñadas tienen el objetivo de evaluar la integridad de los datos transmitidos en las diferentes comunicaciones que se realizan.

Evaluación de la comunicación del NRA, en el proceso de recolección de datos por la ERT

Para la evaluación de la comunicación del NRA y la ERT se realiza dos pruebas:

Prueba 1: Se utiliza el puerto de comunicaciones y el computador para evaluar este enlace, las pruebas consistieron en observar los datos transmitidos del NRA a la ERT y constatar que no exista pérdida de información durante la recolección de datos, como se puede observar en la figura 5 en la cual se muestra la trama generada por el NRA y mostrada en la ERT, las mismas corroboran que no existe pérdida del enlace, ni de datos.



Figura 5 Verificación de la comunicación entre el NRA y la ERT

Fuente: Mendoza María, 2018

Prueba 2: Consistió en determinar el alcance de la comunicación, para ello se pone en funcionamiento el NRA transportándolo cada vez más lejos de la ERT. Al finalizar la prueba se concluye que la comunicación puede alcanzar una distancia de hasta 3 km con una alimentación de 5V.

#### Evaluación de la comunicación del Módulo de Aviso

El módulo de aviso recibe dos tipos de información

un SMS y la captura de video-imágenes desde el NRA, por lo que se evalúa la comunicación para la recepción de los mismos.

En la figura 6 se puede observar el mensaje SMS enviado desde el NRA al dispositivo móvil cuando uno de los parámetros medidos se encuentra fuera del rango permisible, el mismo presenta un tiempo de respuesta de 37 segundos.

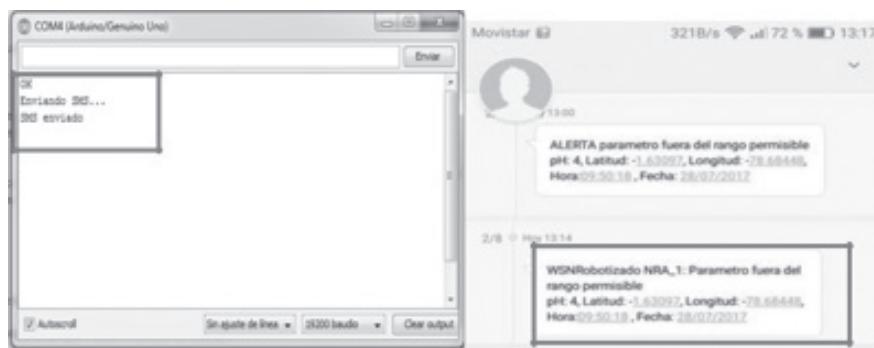


Figura 5 Módulo de Aviso en funcionamiento.

Fuente: Mendoza María, 2018

La captura de las video-imágenes se evalúa con el dispositivo móvil y la cámara robotizada en enlace inalámbrico punto a punto. Para la prueba se utiliza

el comando ping que permite comprobar el enlace de datos en la red del Módulo de Aviso y el NRA como se aprecia en la figura 7.

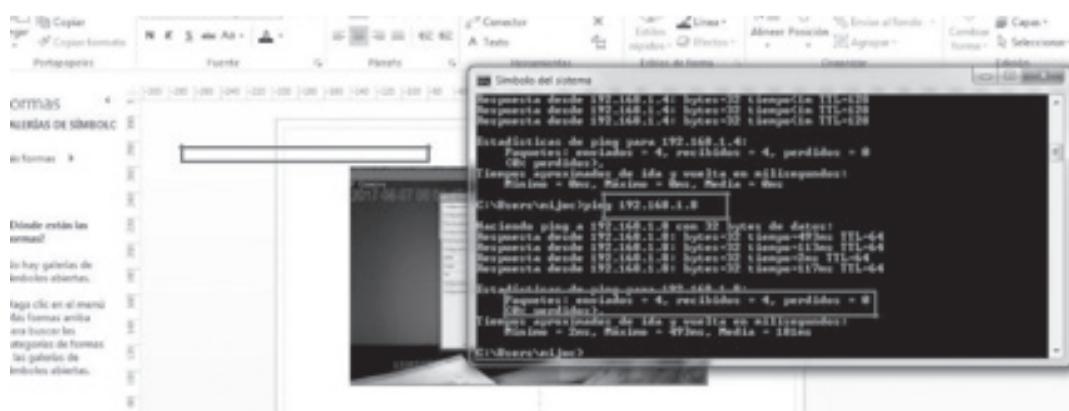


Figura 7 Comprobación del estado de enlace de red

Fuente: Mendoza María, 2018

En la figura 8 se observa la APP de la cámara robotizada para la monitoreo en línea del ecosistema acuático, se realizó el envío y recepción de datos de control de la cámara robotizada comprobando de

esta manera el enlace de comunicación Wi-Fi y se verifica que los ángulos de monitoreo pueden variar de 70° en elevación y 135° en azimut con un alcance máximo de transmisión de datos de 30 metros.

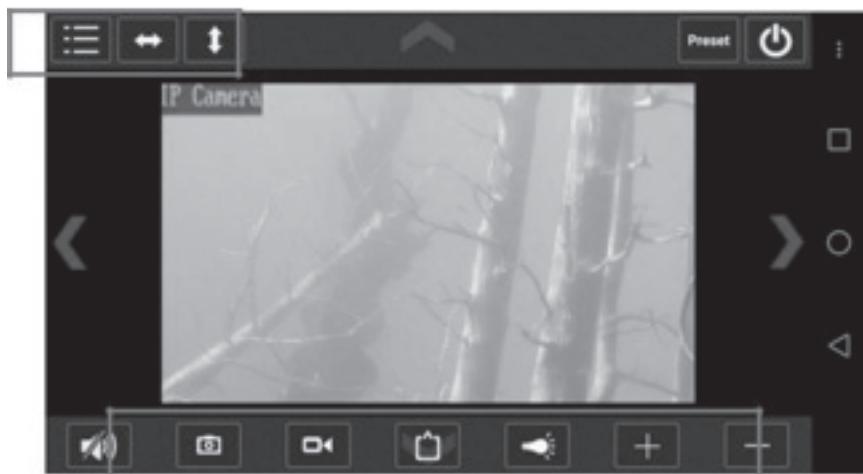


Figura 8 APP de la cámara robotizada.

Fuente: Mendoza María, 2018

Luego de la validación de la WSNRobotizado, las pruebas en conjunto verificaron que la WSNRobotizado mantiene una adecuada comunicación de los módulos que la integran, no se genera interferencia

entre ellos y se comprueba la integridad de los datos transmitidos. En la figura 8 se puede observar la integración de los módulos en la WSNRobotizado.



Figura 9 Integración hardware y software de la WSNRobotizado

Fuente: Mendoza María, 2018

#### **Análisis económico de la implementación de la WSN Robotizado**

Se describe el análisis económico de la implementación de la WSNRobotizado desarrollado en esta investigación. En la tabla 4 se muestra el presupuesto

detallando cada uno de los elementos que conforman los módulos de la WSNRobotizado.



Tabla 4 Costos de los elementos que conforman la WSNRobotizado

Cantidad	Dispositivos	Costo Unitario	Costo Total
1	Sensor AM2301	\$ 10,00	\$ 10,00
1	Sensor DS18B20	\$ 6,00	\$ 6,00
1	Logo_Ph_Sensor_v1.1 + Sonda de pH	\$ 70,00	\$ 70,00
1	GPS NEO 6M	\$ 25,00	\$ 25,00
1	WANSCAM HW0024 W	\$ 55,00	\$ 55,00
1	Driver dual para motores (Full-Bridge) – L298N	\$ 12,00	\$ 12,00
2	Motor motoreductores DC	\$ 25,00	\$ 50,00
2	XBee-PRO 900 OEM	\$ 75,00	\$ 150,00
1	GSM/GPRS SIM 900's	\$ 44,00	\$ 44,00
1	Arduino UNO	\$ 18,00	\$ 18,00
1	Arduino Mega 2560	\$ 25,00	\$ 25,00
1	Estructura del Nodo Robotizado Impresión en 3D	\$ 200,00	\$ 100,00
2	Baterías Lipo	\$ 15,00	\$ 30,00
1	Placa de cobre	\$ 5,00	\$ 5,00
2	Resistencias	\$ 0,25	\$ 0,25
1	Flysky Fs-i6	\$ 110,00	\$ 110,00
Costo Total			\$ 710,25

Fuente: Mercado Libre Ecuador, 2018

Realizado por: Mendoza María, 2018

Se puede apreciar tabla anterior que el costo total de la WSNRobotizado es relativamente económico \$ 710.25, siendo de entre este el costo más elevado los módulos XBee-Pro cuyo costo es de \$150.00 que corresponde al 22% del total.

### Conclusiones

Se diseñó e implementó la red inalámbrica de sensores inteligentes, con nodos robotizados para la monitoreo en línea del ecosistema y contaminación del agua presente en lagos y lagunas, cuya operatividad se concibe mediante un Nodo Robotizado Acuático, la Estación Remota en Tierra y el Módulo de Aviso; utilizando tres tipos de comunicación inalámbrica Wifi, radiofrecuencia (RF) y GSM.

Mediante al análisis de repetitividad y comparación se comprobó que la WSNRobotizado no incorpora error adicional en las mediciones, y es capaz de medir temperatura ambiente y del agua con error máximo de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ , humedad relativa ambiente con error máximo de  $\pm 4\%$  HR y  $\pm 0,1\text{pH}$  del agua, compatibles con la exactitud de los equipos comerciales similares y ajustándose a los requerimientos de diseño previstos.

En la validación de las comunicaciones entre los módulos de la WSNRobotizado se determinó que alcanza distancias de hasta 3 Km sin obstáculos, con una alimentación de 5V. Las pruebas realizadas con la comunicación por Wifi determinaron que se

puede establecer un enlace fiable de hasta 30 m. La comunicación con la interfaz de la ERT no afecta a las demás comunicaciones.

La WSNRobotizado es un sistema escalable pues se pueden añadir más sensores analógicos o digitales, pues se dispone de 8 terminales libres.

La información suministrada por el NRA se almacena en un archivo, el mismo se constituye como la base fundamental en la generación de reportes históricos para la toma de decisiones en pro de cuidar el ecosistema de los lagos y lagunas.

### Recomendaciones

Incrementar los sensores de monitoreo del ecosistema y contaminación del agua como: Conductividad, Turbiedad, TDS (Total de Sólidos Disueltos), cloro.

Incorporar la posibilidad de hacer cloud computing y permitir que los usuarios puedan interactuar con la WSNRobotizado en cualquier parte del mundo.

Incrementar la posibilidad de obtener muestras biológicas del ecosistema como: agua con bacterias, virus, protozoarios, algas, peces.

Investigar como programar el nodo robotizado para que realice navegaciones pre-programadas.

## Referencias

- Aakvaag, N. & Frey, J.-E., 2006. Redes de sensores inalámbricos Nuevas soluciones de interconexión para la automatización industrial. Reista ABB, pp. 39-42.
- Abengoa, 2017. Abengoa. [En línea]  
Available at: <http://www.laenergiadelcambio.com/como-esta-distribuida-el-agua-del-planeta>
- Aire, N. E. d. I. C. d., 2016. quitoambiente.gob.ec. [En línea]  
Available at: <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/norma-ecuatoriana-de-la-calidad-del-aire>
- Alliance, Z., 2017. zigbee.org. [En línea]  
Available at: [www.zigbee.org/Products/DownloadZigBeeTechnicalDocuments.aspx](http://www.zigbee.org/Products/DownloadZigBeeTechnicalDocuments.aspx)
- Ambiente, M. d., 2009. Programa Calidad del Aire Fase III. [En línea] Available at: <http://www.ambiente.gob.ec/programa-calidad-del-aire-fase-iii/>
- AMBIENTE, S. D., 2016. <http://www.quitoambiente.gob.ec/>. [En línea]  
Available at: <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/norma-ecuatoriana-de-la-calidad-del-aire> [Último acceso: 2016].
- Aosong(Guangzhou) Electronics Co., L., 2015. electroniclab.co. [En línea] Available at: <https://electronilab.co/wp-content/uploads/2015/02/AM2301.pdf>
- APHA-AWWA-WEF, 2005. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales.. s.l.:Díaz de Santos.
- Arduino, 2017. arduino.cc. [En línea]  
Available at: <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>
- Bisang , J., Groel, N. & Pucheu , J., 2017. Sociedad Acuarologica del Plata. [En línea] Available at: [http://www.sadelplata.org/articulos/groel\\_060911.html](http://www.sadelplata.org/articulos/groel_060911.html)
- Borrell, G., 2007. Introducción Informal a Matlab y Octave. Madrid: s.n.
- Castillo, R. E. S., 2012. Análisis de Tecnologías WIFI y ZigBee que optimice las comunicaciones inalámbricas para el control de temperatura de un invernadero. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Custodio Ruiz, A. A., 2016. SENSORES INTELIGENTES : LA REVOLUCIÓN DE LA

INSTRUMENTACION. [En línea]

Available at:

<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/9745/Article015.pdf?sequence=1>

DFRobot Electronic Product, 2017. dfrobot.com. [En línea]

Available at: [https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Turbidity\\_sensor\\_SKU:\\_SEN0189](https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Turbidity_sensor_SKU:_SEN0189)

Domótica & High-Tech, z., s.f. zoominformatica.com. [En línea] Available at: <https://www.zoominformatica.com/HW0024%20B.html>

E. Belmonte, J. Bermúdez, A. Casino, E. Veres, 2003. Un indicador global para la calidad del agua. s.l.:27 Congreso nacional de estadística e investigación operativa.

Electronilab, 2017. electronilab.co. [En línea]

Available at: <https://electronilab.co/tienda/driver-dual-para-motores-full-bridge-l298n/>

Escobar, S., 2010. Wireless sensor networks: fundamentos, estado del arte y desafíos. s.l.:s.n.

Espinoza Molina, A., 2011. Diseño de un sistema de monitoreo de información geográfica para la Red de Monitoreo Ambiental de la ciudad de Cuenca. Cuenca(Azuay): Universidad San Francisco de Quito.

ETAPA EP, 2., 2017. etapa.net.ec. [En línea]

Available at: <http://www.etapa.net.ec/Productos-y-servicios/Gesti%C3%B3n-ambiental/Monitoreo-y-Vigilancia-de-Recursos-H%C3%ADdricos-y-Clima/Monitoreo-de-la-Integridad-Ecol%C3%B3gica-de-R%C3%A1cinos>

Export department of Aosong Electronics Co., L., 2016. aosong. [En línea] Available at: <http://www.aosong.com/en/home/index.asp>

Fernández, D., 2015. [En línea]

Available at: Disponible en: <http://www.instructables.com/id/Modulos-RF433-Mhz-con-Arduino/>

[Último acceso: 27 Abril 2016].

Galindo, D. L. & Sánchez, C. P., 2015. Redes de sensores inalámbricos para monitoreo de parámetros hidrológicos aplicado en lagunas, estanques y plantas de tratamiento de agua. Cuenca(Azuay): Universidad del Azuay.

- Garmin Ltd., 2017. static.garmin.com. [En línea]  
Available at: [http://static.garmin.com/pumac/Oregon\\_x50\\_Series\\_OM\\_ES.pdf](http://static.garmin.com/pumac/Oregon_x50_Series_OM_ES.pdf)
- GE Power, W. & P. T., 2017. gewater.mx. [En línea]  
Available at: <https://www.gewater.mx/applications/water-quality-monitoring>
- GEEETECH, A. G. S., 2014. geeetech.com. [En línea]  
Available at: [http://www.geeetech.com/wiki/index.php/Arduino\\_GPRS\\_Shield](http://www.geeetech.com/wiki/index.php/Arduino_GPRS_Shield)
- Gertz, E. & Di Justo, P., 2012. Environmental Monitoring with Arduino: Building Simple Devices to Collect Data About the World Around Us. Beijing: O'Reilly Media.
- GNU Free Documentation License 1.3, M., 2017. dfrobot.com. [En línea] Available at: [https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/PH\\_meter\(SKU:\\_SEN0161\)](https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter(SKU:_SEN0161))
- Gobierno de los Estados Unidos, 2017. GPS.GOV. [En línea] Available at: <http://www.gps.gov/spanish.php>
- Grosjean, E., Grosjean, D. & Rasmussen, R., 1998. Ambient concentration, sources emission rates, and photochemical reactivity of C2-C10 hydrocarbons in Porto Alegre, Brazil., Brazil: Environ. Sci. Technology.
- GSMA, 2017. gsma.com. [En línea]  
Available at: <https://www.gsma.com/aboutus/gsm-technology/gsm>
- Guerra Salazar, J., 2015. Diseño e implementación de un sistema inalámbrico para el monitoreo en línea del microclima de invernaderos artesanales. La Habana: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Centro de Investigaciones en Microclima.
- HeTPro, 2017. hetpro-store.com. [En línea]  
Available at: <https://hetpro-store.com/motorreductor-plastico-100rpm-4.5kg/>
- Hill, J. L., 2003. System Architecture for Wireless Sensor Networks. California: University of California.
- IEE, 2009. IEEE Standard for Information technology. Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements. s.l.:IEEE Standard for Information technology.
- Importancia, 2017. importancia.org. [En línea] Available at: <https://www.importancia.org/lagos.php>
- Impresoras3d.com, 2017. Impresoras 3D. [En línea]



Available at: <https://impresoras3d.com/blogs/noticias/122774855-filamento-pla-consejos-características-y-mucho-mas>

Inc., T. F. S., 2016. thermofisher. [En línea]

Available at: <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/431>

Instrumentation, T. A. P., 2016. teledyne-api. [En línea] Available at: <http://www.teledyne-api.com/products/T400.asp>

Intel® Quark™ Processors, 2017. software.intel.com. [En línea] Available at: <https://software.intel.com/en-us/iot/hardware/galileo>

International, D., 2008. sparkfun. [En línea]

Available at: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/Zigbee/XBee-900-Manual.pdf>  
International, D., 2008. sparkfun.com. [En línea]

Available at: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/Zigbee/XBee-900-Manual.pdf>

Joel Santamaría, D. L. C. M. H. L. J. S. J., 2017. Noticias UNAM - Marzo 2015 II RAUNAM. [En línea]

Available at: [http://www.agua.unam.mx/noticias/2015/unam/not\\_unam\\_marzo22.html](http://www.agua.unam.mx/noticias/2015/unam/not_unam_marzo22.html) Kharsansky, A., 2013. <http://laboratorios.fi.uba.ar>. [En línea]

Available at: <http://laboratorios.fi.uba.ar/lse/tesis/LSE-FIUBA-Tesis-Grado-Alan-Kharsansky-2013-Presentacion.pdf>

LabSen, C. d. I. e. I. p. I. I., 2017. investigación.frn.etn.edu.ar. [En línea]

Available at: <http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/sensores/Tutorial/TECNO7.pdf>

Law Enforcement Compliance Guide, 2017. es.aliexpress.com. [En línea]

Available at: <https://es.aliexpress.com/item/Liquid-PH-Value-Detection-detect-Sensor-Module-Monitoring-Control-For-arduino-BNC-Electrode-Probe/32785626889.html?spm=a219c.search0306.4.2.LwTtGt>

Libelium Comunicaciones Distribuidas S.L, 2017. libelium.com. [En línea] Available at: <http://www.libelium.com/products/waspmove/hardware/>

Marconi L. & Adriana D'Amelio, 2017. [En línea]

Available at:

<http://www.deie.mendoza.gov.ar/aem/material/teoria/MEDIDAS%20DE%20TENDENCIA%20CENTRAL%20Y%20DE%20VARIABILIDAD.pdf>

[Último acceso: 18 Mayo 2016].

Marconi Liliana, Adriana D'Amelio, 2017. [deie.mendoza.gov.ar](http://www.deie.mendoza.gov.ar). [En línea]

Available at:

<http://www.deie.mendoza.gov.ar/aem/material/teoria/MEDIDAS%20DE%20TENDENCIA%20CENTRAL%20Y%20DE%20VARIABILIDAD.pdf>

Maxim Integrated Products, I., 2015. [maximintegrated.com](http://maximintegrated.com). [En línea] Available at: <https://www.sparkfun.com/products/245>

MCI, I., 2016. <http://xbee.cl/>. [En línea]

Available at: <http://xbee.cl/xbee-pro-900-xsc-rpsma/>

MECHATRONICS, n., 2017. [naylampmechatronics.com](http://naylampmechatronics.com). [En línea]

Available at: [http://www.naylampmechatronics.com/blog/18\\_Tutorial-M%C3%B3dulo-GPS-con-Arduino.html](http://www.naylampmechatronics.com/blog/18_Tutorial-M%C3%B3dulo-GPS-con-Arduino.html)

METRICS-Digital Meters, 2015. [metrics.com](http://metrics.com). [En línea]

Available at: <http://metrics.com/product/generic-digital-ec-tds-meter/>

Mettler-Toledo Intl. Inc., 2017. [mt.com](http://mt.com). [En línea]

Available at:

[http://www.mt.com/int/es/home/products/Laboratory\\_Analytics\\_Browse/pH/benchtop\\_meter/SevenExcellence.html](http://www.mt.com/int/es/home/products/Laboratory_Analytics_Browse/pH/benchtop_meter/SevenExcellence.html)

Ministerio del Ambiente, 2015. ANEXO 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA. En: Ministerio del Ambiente. Ecuador: eSilec.

Modeltronic.es, 2017. [www.modeltronic.es](http://www.modeltronic.es). [En línea]

Available at: [http://www.modeltronic.es/download/FS-T6=fs-i6\\_ESP.pdf](http://www.modeltronic.es/download/FS-T6=fs-i6_ESP.pdf)

National Instruments Corporation, 2017. National Instruments. [En línea] Available at: <http://www.ni.com/es-cr/shop/labview.html>

Newark, 2017. Newark, "Amphenol advanced sensors, Tsd-10 turbidity sensor, 5vdc, phototransistor. [En línea]

Available at: <http://www.newark.com/amphenoladvanced-sensors/tsd-10/turbidity-sensor-5vdc-phototransistor/dp/18X9859>

Noboa, A. B., 2015. Agua-Saneamiento-Asentamientos Humanos, Quito: s.n.

OMS, O. M. d. I. S., 2017. Organización mundial de la salud. [En línea]

Available at: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2004/pr67/es/index1.html>

Ordieres, J., Martínez de Pisón Ascacibar, F. J. & Pernía Espinoza, A. V., 2009. Redes Inalámbricas de sensores: teoría y aplicación práctica. s.l.:Universidad de la Rioja. Servicio de Publicaciones.



O'REILLY, R. F., 2010. Building Wireless Sensor Networks. California: O'Reilly Media, Inc..

Pérez, J., Urdaneta, E., & Custodio, A., 2014. Metodología de una red de sensores inalámbricos. Universidad, Ciencia y Tecnología, pp. 1-5.

Pico Valencia, P., 2016. Infraestructura polivalente basada en sensores inalámbricos aplicada a la monitorización medioambiental georreferenciada. [En línea]  
Available at: [http://acceda.ulpgc.es/bitstream/10553/7560/5/TFM\\_Pablo\\_Pico\\_2012.pdf](http://acceda.ulpgc.es/bitstream/10553/7560/5/TFM_Pablo_Pico_2012.pdf).

Pineda, J., 2012. TODO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE. [En línea] Available at: <http://todosobreelmedioambiente.jimdo.com>

Pololu Corporation, 2017. [www.pololu.com](http://www.pololu.com). [En línea] Available at: <https://www.pololu.com/product/713>

Raspberry Pi Foundation, 2017. [raspberrypi.org](http://raspberrypi.org). [En línea] Available at: <https://www.raspberrypi.org/learning/hardware-guide/>

Ribas Lequerica, J., 2013. Desarrollo de aplicaciones para Android. s.l.:Anaya Multimedia-Anaya Interactiva.

RIUS DIAZ, F. & WÄRNBERG WÄRNBERG, J., 2014. Bioestadística. España: Ediciones Paraninfo, S.A.

Román Herrera, C., Loza Matovelle, D., Segura, L. & Dabirán, R., 2016. Construcción con Tecnología abierta de un Sensor de Turbidez de Bajo Costo. ITECKNE, pp. 17-22.

Roselló, V., 2000. Modelo pra simulación de redes de sensores inalámbricas predespliegue basado en Visualsense. Madrid-España: Proyecto de fin de Máster, Universidad Politécnica de Madrid.

Scientific, O., 2016. Electronic Thermo-Hygrometer. [En línea]  
Available at: <http://www.distec1.be/gs/handler/getmedia.ashx?moid=814&dt=3&g=1>

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo , 2013. Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 - 2017. Quito, Ecuador: Senplades.

ShareAlike, C. C. A., 2016. Arduino. [En línea]  
Available at: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>

SONIC, L., 2017. Igsonic.com. [En línea]  
Available at: <https://www.igsonic.com/es/software-de-monitoreo-de-la-calidad-del-agua-en-tiempo-real/>

StarTech.com, T., 2017. startech.com. [En línea]  
Available at: <https://www.startech.com/es/Industriales-ES/Inalambricos/Adaptador-PCI-inalambrico-Wireless-N~PCI150WN1X1>

STOCKER, H. y S., 1981. Quimica Ambiental. Contaminacion del Aire y Agua. Barcelona: Blume.

Systems, R., 2016. QRAE II. [En línea]  
Available at: <http://www.raesystems.es/products/qrae-ii-pump>

TECNO INFE, 2017. tecnoinfe.com. [En línea]  
Available at: <http://www.tecnoinfe.com/2014/09/arduino.html>

Tecnun, 2017. www4.trcnun.es. [En línea]  
Available at: <http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/130RioLa.htm>

TELEDPRES, 2008. Diario Opinión. [En línea]  
Available at: <http://www.diariopinion.com/nacional/verArticulo.php?id=39490>

UNESCO, (. N. E. S. a. C. O., 2003. WATER FOR PEOPLE, WATER FOR LIFE Executive Summary of the UN World Water Development Report. Paris: © UNESCO/Mundi-Prensa.



**Línea de investigación:**  
**ENERGÍA Y MATERIALES**

Diseño e implementación de un analizador de redes trifásico

Paul Arqui  
Bernardo Vallejo.

**Departamento/Facultad/Escuela**  
Carrera de Electrónica

**Universidad/Instituto**  
Instituto Tecnológico Superior Central Técnico

pularqui@live.com  
bvallejo@itsct.edu.ec

**Resumen**

El analizador de redes trifásicas es un dispositivo electrónico portátil que ayuda a determinar el estado de un sistema de distribución de energía de forma rápida y segura, a través de la medición y registro del voltaje y corriente de la red, así como detectar posibles fallos que involucran perdidas o sanciones económicas. El proyecto implementa una solución de bajo costo, en base a una plataforma de desarrollo electrónico (Arduino), para el monitoreo y análisis de los parámetros eléctricos fundamentales de la red. Este instrumento permite medir señales eléctricas de tensión y corriente en tiempo real, a través de 3 conectores y 3 pinzas amperimétricas. El analizador de redes trifásico cuenta con una interfaz gráfica GLCD para la visualización de las curvas de las señales conectadas y los valores medidos de las tres tensiones y corrientes de línea, adicional puede determinar el desfase entre las dos señales, datos base para el cálculo de la potencia activa(P) reactiva(Q) y aparente(S).

*Palabras Claves— Voltaje, corriente, Analizador de red, GLCD, pinza amperimétrica, Factor de potencia.*

**Abstract**

The three-phase network analyzer is a portable electronic device that helps determine the status of energy distribution system quickly and safely, through the network voltage and current register, as well as all possible failures that involve economic losses or sanctions. The project implements a low-cost solution, based on an electronic development platform (Arduino), for the monitoring and analysis of the fundamental parameters of the network. This instrument allows to measure voltage and current signals in real time, through 3 connectors and 3 current clamps. The three-phase network analyzer has a graphical interface GLCD for visualization of the curves of the connected signals and the measured values of the three voltages and currents of the line, in addition there may be the lag between the two signals, base data for the calculation of active (P) reactive (Q) and apparent (S) power.

*Keywords — Voltage, current, network analyzer, GLCD, clamp meter, power factor.*

**Introducción**

Los Analizadores de red son instrumentos empleados para la detección temprana de problemas de calidad energética de forma rápida, segura y detallada. Entre los tipos que se pueden encontrar en el mercado destacan los analizadores monofásicos y trifásicos, clasificación determinada por la cantidad de líneas a las que el equipo puede conectarse para obtener el detalle de sus parámetros más importantes.

El objetivo principal de un analizador de red es de-

tectar las perturbaciones energéticas que afectan la calidad del suministro eléctrico. Perturbaciones que han sido definidas por el estándar 1159-1995 del IEEE, y los ha organizado en categorías (Seymour & Horsley, 2010).

Las categorías Son: los transitorios, Interrupciones, subtensiones, sobretensiones, distorsión de onda, fluctuación de tensión y variaciones de frecuencia.

Los transitorios se clasifican en impulsivos y Oscilatorios, siendo los primeros, eventos repentinos que elevan la tensión o corriente de forma muy rápida en dirección positiva o negativa, entre las causas que los provoca se incluyen rayos, puesta a tierra deficiente, encendido de cargas inductivas, entre otros, mientras que los segundos corresponden a un cambio repentino en la condición de estado estable de la tensión o corriente de una señal que fluctúa a la frecuencia natural del sistema. Esta perturbación ocurre cuando se conmuta una carga inductiva o capacitiva, como un motor o un banco de capacitores.

Las interrupciones son la pérdida total de tensión o corriente durante un determinado tiempo, pueden ocurrir por diversas causas, pero en su mayoría se producen por algún daño a la red de eléctrica.

La subtensión es una reducción de la tensión manteniendo la frecuencia, suele ocurrir por fallas del sistema, o son el resultado de encender cargas con altas corrientes de arranque.

La sobretensión es un aumento de la tensión o de la corriente que al igual que la subtensión mantiene la frecuencia, suelen ser provocadas por conexiones neutras con alta impedancia, una falla monofásica dentro de un sistema trifásico o reducciones repentina de carga.

Se pueden diferenciar 5 tipos de distorsiones de la forma de onda, tales como desplazamiento por corriente continua, Armónicas, Interarmónicas, Corte intermitente y ruido.

Las fluctuaciones de tensión son una variación de la forma de onda, cualquier carga que muestre variaciones de corriente puede causar fluctuaciones de tensión, se puede observar esta perturbación en el parpadeo de luces incandescentes.

Por último, las variaciones de frecuencia que suelen ocurrir cuando en las instalaciones poseen generadores dedicados de reserva o una infraestructura pobre de alimentación (Seymour & Horsley, 2010).

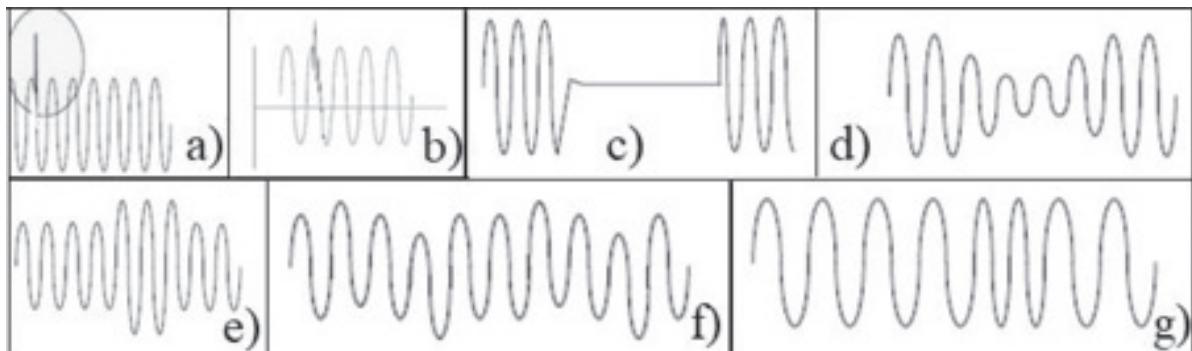


Figura 1.a) transitorios Impulsivos, b) transitorios Oscilatorios, c) Interrupciones, d) subtensiones, e) sobretensiones, f) fluctuación de tensión y g) variaciones de frecuencia. Información tomada de: "Los siete tipos de problemas en el Suministro Eléctrico" por Seymour, J., & Horsley, T., 2010. Recuperado de: [https://www.apc.com/salestools/VAVR-5WKLPK/VAVR-5WKLPK\\_R0\\_LS.pdf](https://www.apc.com/salestools/VAVR-5WKLPK/VAVR-5WKLPK_R0_LS.pdf)

Cada una de estas categorías representan problemas que pueden perjudicar a los usuarios, sea provocando daños en los equipos, o generando sanciones económicas por parte de la empresa distribuidora de electricidad.

Otros parámetros diferentes a las perturbaciones que se pueden determinar con un analizador son: tensiones, corrientes, potencia y factor de potencia.

El valor de corriente y tensión alterna, cambia en cada instante e incluso de sentido, siguiendo un ciclo repetitivo según una función senoidal a una frecuencia determinada que en el caso de nuestro

país es de 60 Hz lo que equivale a un periodo de 16.67ms entre pico y pico. En una señal alterna se pueden observar distintos parámetros tales como el valor máximo, el valor medio, el valor eficaz, el valor pico a pico, etc.

El analizador se encarga de determinar los valores eficaces tanto de corriente como de tensión de cada línea, Valores que equivalen a producir la misma cantidad de calor que una señal de corriente continua.

La relación entre el valor pico y el valor efectivo o eficaz está determinado por la expresión:



Cada una de estas categorías representan problemas que pueden perjudicar a los usuarios, sea provocando daños en los equipos, o generando sanciones económicas por parte de la empresa distribuidora de electricidad.

Otros parámetros diferentes a las perturbaciones que se pueden determinar con un analizador son: tensiones, corrientes, potencia y factor de potencia.

El valor de corriente y tensión alterna, cambia en cada instante e incluso de sentido, siguiendo un ciclo repetitivo según una función senoidal a una frecuencia determinada que en el caso de nuestro

país es de 60 Hz lo que equivale a un periodo de 16.67ms entre pico y pico. En una señal alterna se pueden observar distintos parámetros tales como el valor máximo, el valor medio, el valor eficaz, el valor pico a pico, etc.

El analizador se encarga de determinar los valores eficaces tanto de corriente como de tensión de cada línea, Valores que equivalen a producir la misma cantidad de calor que una señal de corriente continua.

La relación entre el valor pico y el valor efectivo o eficaz está determinado por la expresión:

$$= \sqrt{2}$$

Ec.1

La potencia se define como la relación que existe entre la cantidad de energía generada o consumida dentro de un intervalo de tiempo, en el caso de la potencia eléctrica es el resultado de la multiplicación de la corriente por la tensión, cuando se trabaja con corriente alterna se debe considerar otras variables para el cálculo de potencia, debido principalmente a

la conexión de cargas capacitivas o inductivas, las que producen una componente activa y una reactiva que dan lugar a tres tipos de potencia: Aparente (S), potencia total consumida por la carga; Activa(P), potencia útil de trabajo y Reactiva(Q), potencia disipada por las cargas reactivas tales como bobinas y capacitores (Floyd, 2007).

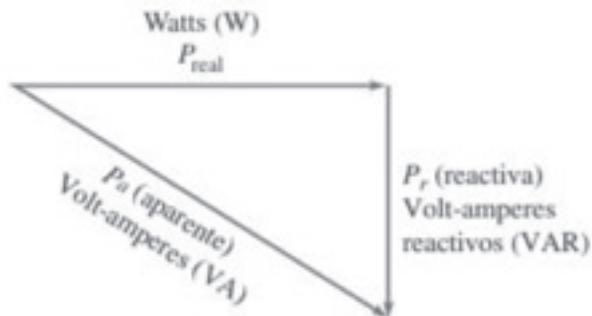


Figura 2.Triángulo de Potencia. Información tomada de: "Principios de Circuitos Eléctricos" por Floyd, T., 2007.

Recuperado de: [www.pearsoneducation.net/floyd](http://www.pearsoneducation.net/floyd)

El ángulo que se forma entre la potencia aparente y la potencia activa se conoce con el nombre de factor de potencia ( $\cos \phi$ ), su valor varía entre 0 a 1 y es utilizado para medir la eficiencia del consumo eléctrico. Es un parámetro regulado por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad, la ARCONEL (2018) establece que: "el consumidor que mantenga suscrito un contrato de conexión con una Distribuidora, cancelará a ésta la penalidad por bajo factor

de potencia cuando sea inferior a 0.92, aplicado al pliego tarifario vigente(p.34).

Según el PLIEGO TARIFARIO PARA LAS EMPRESAS ELECTRICAS DE DISTRIBUCIÓN, Periodo Enero – Diciembre 2018, la penalización por tener un factor de potencia menor al establecido se calcula utilizando la fórmula:

$$= 0.92 - 1$$

Ec.2

|Ec.3

Donde:

FPr = Factor de potencia registrado.

PBFP = Penalización por bajo factor de potencia.

BFp = Factor de penalización.

FSPEEi=Factura por servicio público de energía eléctrica inicial.

Además la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (2018) establece que:

Cualquiera sea el tipo de consumidor de la categoría general, con medición de energía reactiva, cuando el valor medio del factor de potencia sea inferior a 0,60, la distribuidora, previa notificación, podrá suspender el servicio público de energía eléctrica hasta que el consumidor adecue sus instalaciones a fin de superar dicho valor límite. (p.18)

El conjunto de parámetros analizables en una red eléctrica sea monofásica o trifásica contribuyen a determinar la calidad del servicio de energía, y el conocer el estado de cada uno de ellos pueden permitir al usuario final tomar las medidas necesarias para reducir las perturbaciones que perjudiquen a los procesos o al desarrollo normal de sus actividades.

Los altos costos de los equipos analizadores de red comerciales es una desventaja al momento de querer implementarlos, con esa motivación se bus-

ca desarrollar un equipo que tenga un costo más asequible y que brinde la información más importante del estado de la red de distribución de energía eléctrica.

### Desarrollo

El desarrollo del proyecto se da como una investigación de tipo aplicada y tiene como propósito describir el procedimiento realizado hasta obtener un prototipo de analizador de red trifásico que permita determinar el consumo energético de la red, a través de la medición de parámetros como la tensión corriente, factor de potencia y potencia consumida por fase.

La construcción del analizador se divide en dos etapas para facilitar su descripción, la primera es el diseño de hardware y la segunda el diseño del Software.

### Diseño de Hardware

El equipo está diseñado a partir de una placa Arduino Mega 2560 (núcleo del analizador), 3 pares de conectores lagarto, 3 pinzas amperimétricas de 30A, 3 transformadores 120v a 12v ac, un teclado matricial 4x4, un GLCD de 128x64 pixeles, un lector de memoria SD, una pcb con el circuito de acondicionamiento y un cargador de 7v dc.

En el siguiente diagrama se observan las etapas que forman el Hardware, etapas en las que se integran los componentes antes mencionados:



Figura 3. Diagrama de etapas del Hardware.

Descripción: Elaboración propia.

En la etapa de conexión para la tensión se utiliza conectores lagartos por la facilidad de conexión para pruebas, se conectan a 3 transformadores cada uno dedicado para una tensión de fase, la tensión de entrada es de 120v ac y la de salida de cada uno es de 12v ac. Para la corriente se hace uso de pinzas amperimétricas que presentan la ventaja de no ser

invasivas y pueden conectarse directamente a la línea de tensión. El modelo de pinza seleccionado es el SCT-013-30 el cual funciona como un transformador de corriente a tensión, su corriente de entrada va de 0 a 30 amperios y la salida de tensión es de 0 a 1v respectivamente.



Figura 4. Pinza Amperimétrica. Información tomada de: Sensor de corriente eléctrica no invasivo con Arduino y SCT-013. Recuperado de: <https://www.luisllamas.es/arduino-sensor-corriente-sct-013/>

Las entradas analógicas del Arduino mega tienen un rango de lectura desde 0 hasta 5 voltios, debido a lo cual es necesario realizar un acondicionamiento de las señales que entregan los sensores antes de conectarlos a sus entradas.

Para el caso de la tensión se utiliza dos circuitos divisorios de tensión, el primero para reducirla a un valor inferior a los 5v, tensión analoga máxima que pueda leer el Arduino, al ser una señal ac existen valores negativos que se deben eliminar, el método utilizado

es conectar un circuito elevador que introduce una señal dc, para hacerlo utilizamos el segundo divisor de tensión y un capacitor que permite desacoplar la señal ac de la referencia, como recomendación el capacitor debe tener una reactancia baja de alrededor de unos cientos de ohmios.

Se selecciona un capacitor de 10uF que genera una reactancia de 265.26 Ω la cual cumple con el criterio antes mencionado.

$$= \frac{1}{2} = \frac{1}{2 \times 10 \times 10} = 265.26\Omega$$

Ec.4

El diseño realizado produce en la salida del primer divisor 2.47v pico y en la salida del segundo divisor 2.5v dc, la salida del segundo divisor eleva la ten-

sión total hasta 4.97v pico positivo y 0.03v pico negativo valores dentro del rango de medida permitido por el Arduino.

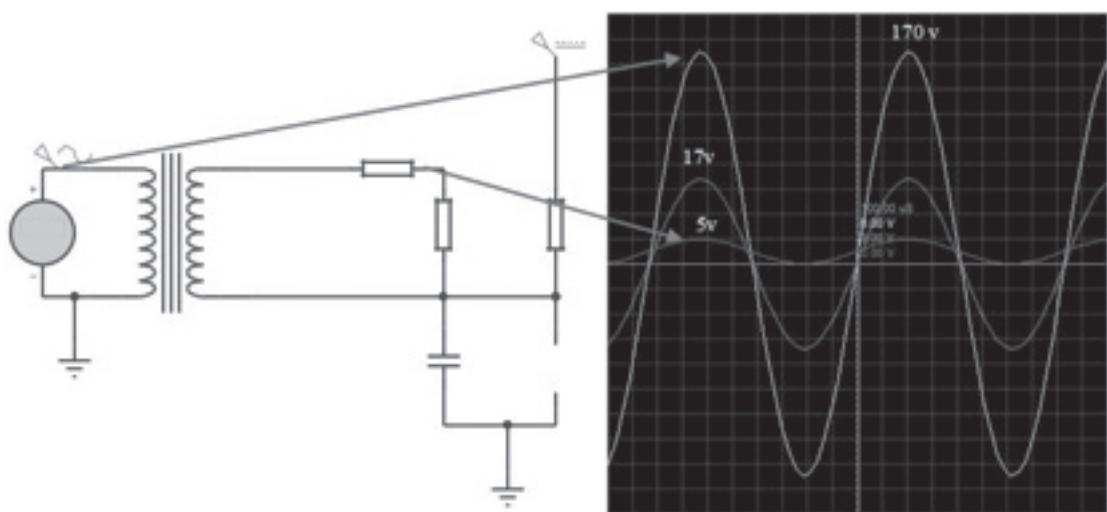


Figura 5. Circuito Acondicionamiento de Tensión.  
Descripción: Elaboración propia.

$$\begin{aligned}
 &= 20.88\Omega + 35\Omega - 3\Omega \\
 &= \frac{20.88\Omega \cdot 35\Omega}{20.88\Omega + 35\Omega} = 2.5 \\
 &= 2.5 + 2.47 = 4.97
 \end{aligned}$$

**|Ec.5**
**Ec.6**
**Ec.7**

Para el caso de la corriente se realiza un diseño más simple convirtiendo la corriente a un valor equivalente de tensión.

Solo se utiliza un divisor de tensión junto a un capacitor para elevar la tensión y desacoplar la señal ac de la referencia, el valor maximo de tensión efectiva

entregada por las pinzas amperimetricas es de 1v, lo que equivale a una tensión pico de 1.7v, el circuito elevador al tener los mismos valores de que el circuito anterior genera una tensión dc de 2.5v que se suman a la señal ac dando como resultado una señal con 4.2v de pico positivo y 0.8v de pico negativo.

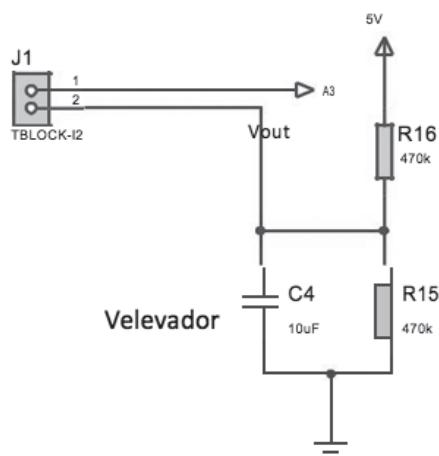


Figura 6. Circuito Acondicionamiento de Corriente.  
Descripción: Elaboración propia

$$\begin{aligned}
 &= 5 * \frac{470\Omega}{470\Omega + 470\Omega} = 2.5 \\
 &= 2.5 + 1.7 = 4.2
 \end{aligned}$$

**Ec.8**
**Ec.9**

Los circuitos de acondicionamiento para la lectura de tensión y de corriente se repiten 3 veces por cada uno, las señales de salida estan conectada a las entradas analógicas del Arduino Mega desde A0 hasta A5.

La siguiente etapa de diseño hardware corresponde al circuito conversor análogo digital, circuito integrado dentro del Arduino mega, tiene una resolución

de 10 bits lo que equivale a 1024 valores digitales, donde 0 representa 0000000000b y 5v representa 1111111111b. El periodo de muestreo del módulo ADC del Arduino es de aproximadamente 100 microsegundos lo que permite tomar alrededor de 160 muestras por cada ciclo de la señal AC a una frecuencia de 60HZ, el número final de muestras que se puede tomar va a depender de la programación.

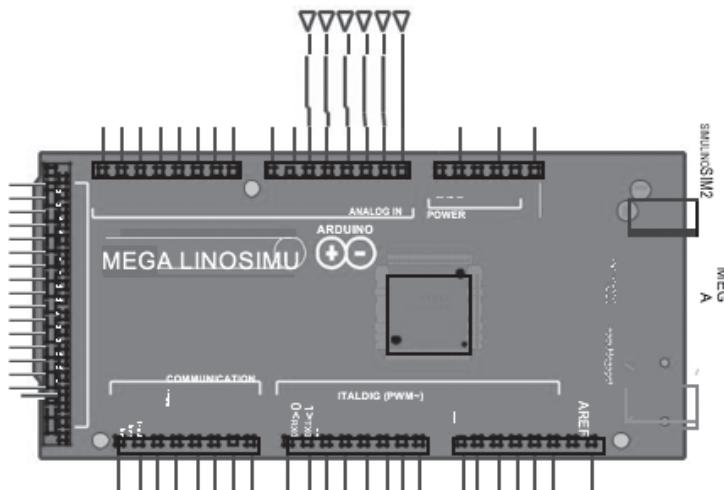


Figura 7. Arduino Mega 2560  
Descripción: Elaboración propia

La unidad de procesamiento es la plataforma de desarrollo Arduino Mega 2560, modelo seleccionado debido a su cantidad de puertos necesarios para la conexión de los periféricos de entrada y salida y para la conexión de las entradas analógicas. Sus características principales según ANTHONY GARCÍA GONZÁLEZ (2013) son:

- Voltaje Operativo: 5V
- Voltaje de Entrada: 7-12V
- Pines digitales de I/O: 54 (15 salidas PWM)
- Pines análogos: 16
- Corriente DC I/O: 40 mA
- Corriente DC I/O a 3.3V: 50 mA

- Memoria Flash: 256 KB
- SRAM: 8KB
- EEPROM: 4KB
- Velocidad: 16 MHz

Por último, tenemos la etapa de conexión de los periféricos de entrada y de salida, se selecciona un GLCD de 128 x 64 pixeles para una mejor visualización de las gráficas de tensión y corriente, un teclado matricial de 4x4 que incluya flechas para el desplazamiento entre las gráficas, y un módulo de escritura y lectura de memorias SD para almacenar los datos medidos de la red trifásica.



Figura 8. Periféricos de Entrada y salida: a) GLCD 128x64, b) Teclado matricial 4x4 y c) Módulo de escritura y lectura SD. Descripción: Elaboración propia

## Diseño de Software

Para la programación se utiliza el lenguaje propio de Arduino que está basado en un lenguaje de programación de alto nivel similar a C++. La ventaja de usar el entorno de desarrollo de Arduino sobre otras placas es debido a que es una herramienta de Software libre con una alta cantidad de desarrolladores que facilita la solución de problemas, además de que cuenta con un alto número de librerías disponibles para la integración de distintos tipos de módulos (Torrente, 2013).

El diseño del Software parte de la medición de las señales análogas y la conversión a sus valores reales, a través del procesamiento digital de los datos recibidos, a continuación, el diseño del Software se centró en presentar la información necesaria para que el usuario pueda interactuar con el módulo y cada uno de sus menús, integrando de modo funcional cada uno de los componentes externos al Arduino.

El diagrama de flujo siguiente describe el proceso funcional del Software implementado.



Figura 9. Diagrama de funcionamiento del Software  
 Descripción: Elaboración propia

## Diseño Final.

La etapa final del desarrollo incluye la integración y conexión de todos los componentes del sistema, se opta por una estructura prismática para poder alma-

cinar todos los elementos y facilitar su transporte. La apariencia y dimensiones se aprecian en la figura siguiente.

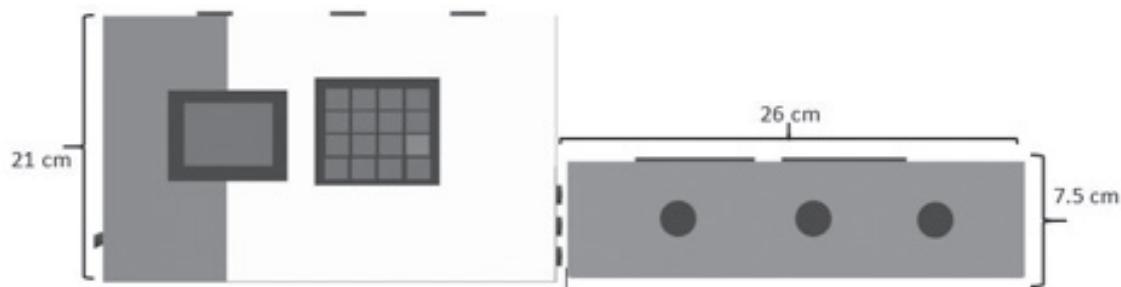


Figura 10. Diseño y Dimensiones prototipo de Analizador de Red.  
Descripción: Elaboración propia

En la vista superior se tiene la pantalla GLCD y el teclado, de la vista lateral superior salen los conectores lagartos para la medición de tensión de fase, de la vista lateral derecha salen las pinzas amperi-

métricas para la medición de la corriente de fase y de la vista lateral izquierda sale el cargador para la alimentación del módulo.

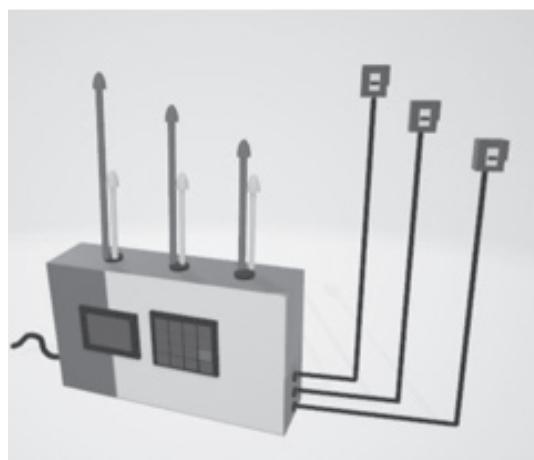


Figura 11. Diseño y posición de conectores  
Descripción: Elaboración propia

El propósito de realizarlo de esta forma es facilitar la conexión del analizar a la red trifásica. Donde cada par de conectores lagarto se conecta a una fase y a

la línea de neutro, y por su parte las pinzas al no ser invasivas, basta que rodeen la línea de fase que le corresponde.

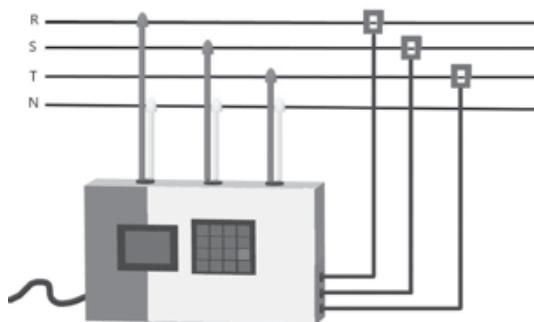


Figura 12. Esquema de conexión a la red Trifásica  
Descripción: Elaboración propia

## Resultados

Acabado el desarrollo se procedió al ensamblado y la realización de pruebas de funcionamiento. En la figura se aprecia el prototipo final del Analizador de Red trifásico.

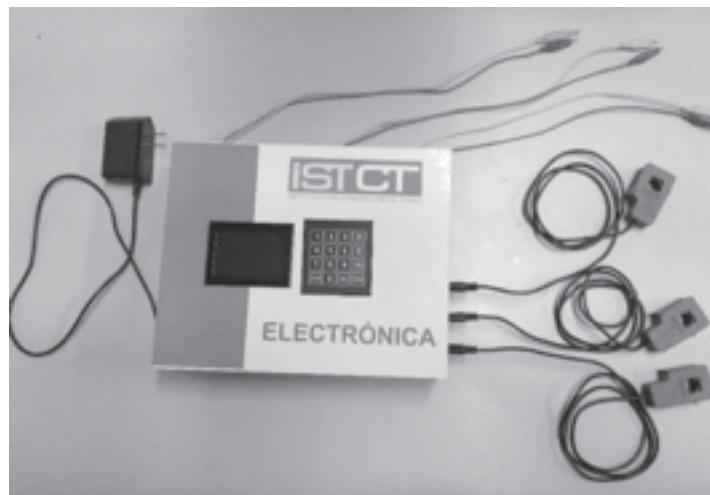


Figura 13. Prototipo de Analizador de Red Trifásica  
 Descripción: Elaboración propia

Se realizaró pruebas de funcionamiento del Hardware, Software y de la interfaz de Usuario (Rincón Roa, Cadena Téllez, & Flórez Franco, 2019), al conectar el cargador de alimentación del módulo se encendió la pantalla mostrando el logo del instituto.



Figura 14. Puesta en funcionamiento prototipo Analizador de Red.  
 Descripción: Elaboración propia

Se conectó uno de los pares de lagartos y la pinza amperimétrica a una carga de 40 watts, Se presionó la tecla ENTER y se desplegó el menú de opciones.

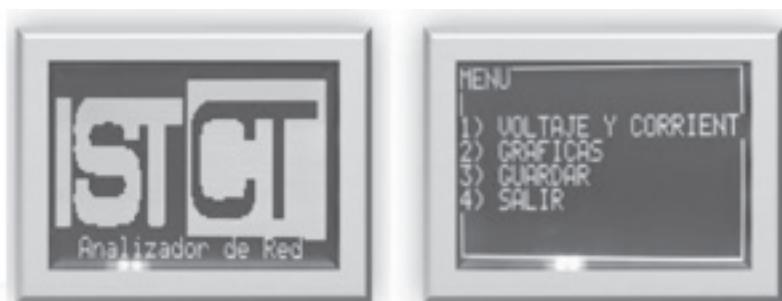


Figura 15. Interfaz de Bienvenida y Menú de Opciones.  
 Descripción: Elaboración propia



Se escogió la primera opción presionando la tecla número 1, a continuación, se mostro la pantalla que resume el estado de las señales conectadas, la tensión y corriente eran las esperadas, se pudo comparar con los valores medidos por un multímetro dando los mismos resultados. La potencia final consumida por el equipo era de 36.5 watts, a continuación, se

presionó la tecla número 2 y la interfaz gráfica se visualizó se aprecia la forma de la onda ac conectada, por último, se presionó la tecla numero 3 y en la nueva interfaz aparece el mensaje de que los datos medidos se están almacenando, así como un contador de tiempo. Las pantallas visualizadas son las figuras siguientes:

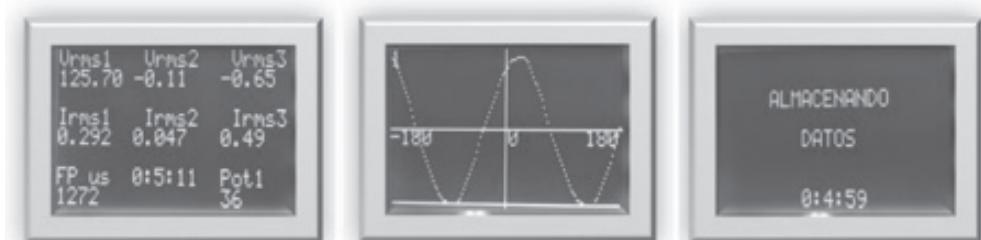


Figura 16. Interfaz de Resumen de valores, de gráficas y de almacenamiento de Datos.

Descripción: Elaboración propia

El costo total de la implementación del analizador de red es de 126,50 dólares americanos, en la tabla siguiente se puede apreciar la lista de precios más detallada.

Tabla 1. Costos de implementación.

COSTOS DE MATERIALES		
Proyecto   Analizador de Red Trifásica.		
Materiales	V/unitario	V/total
Arduino Mega	22,00	22,00
Cables lagartos	0,50	6,00
Transformadores	7.50	22.50
Sensores de corriente	16.00	48,00
Elementos electrónicos		10,75
Caja	18.00	18,00
<b>TOTAL</b>		<b>126,5</b>

Descripción: Elaboración propia de lista detallada de costos de materiales

### Discusión y conclusiones.

La elección correcta del transformador es de suma importancia para el diseño, se deben realizar pruebas de los valores de salida y de su relación con respecto a la entrada antes de proceder al acondicionamiento, debido a que presentaron variaciones respecto a sus valores nominales de tensión establecidos, la forma de dar solución fue reemplazar una de las resistencias fijas del divisor por un potenciómetro de precisión, permitiendo así una mejor afinación de los dispositivos.

El uso de pinzas ampermétricas resultó ventajoso en el momento de la conexión, pero la resolución de su salida es muy baja para corrientes menores a 1 amperio, dando valores

incluso menores al valor mínimo perceptible por la entrada analógica del Arduino, como recomendación usar el analizador para corrientes mayores al valor citado.

Una desventaja del uso del conversor ADC del propio Arduino es su falta de capacidad de procesamiento en paralelo de más de una entrada analógica. Si bien tiene 16 entradas, internamente tiene un multiplexor que solo permite que trabaje uno a la vez. esto reduce precisión al momento de medir el desfase entre las señales pudiendo introducir pequeños retrasos debido a la programación. Se recomienda para una mejora futura la implementación de un módulo externo ADC además de con una mayor frecuencia de muestreo.

Actualmente el sistema realiza la medición únicamente de tensiones de fase para la medición de corrientes de línea se debe cambiar los transformadores para que soporten tensiones superiores.

En comparación con otros equipos comerciales el rango de costo del prototipo implementado esta por debajo de las marcas más económicas, que prestan una cantidad similar de servicios.

## REFERENCIAS

- Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (2018). Pliego tarifario para las empresas eléctricas de distribución. Servicio público de energía eléctrica. Periodo: enero - diciembre 2018. Retrieved from <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/2018-01-11-Pliego-y-Cargos-Tarifarios-del-SPEE-20182.pdf>
- ANTONY GARCÍA GONZÁLEZ. (2013). ARDUINO MEGA: CARACTERÍSTICAS, CAPACIDADES Y DONDE CONSEGUIRLO EN PANAMÁ. Retrieved April 5, 2019, from <http://panamahitek.com/arduino-mega-caracteristicas-capacidades-y-donde-conseguirlo-en-panama/>
- ARCONEL. (2018). El Directorio De La Agencia De Regulación Y Control De Electricidad. Retrieved from <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/074-17.doc.pdf>
- Floyd, T. L. (2007). PRINCIPIOS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS OCTAVA EDICIÓN. (PEARSON EDUCACIÓN, Ed.). México. Retrieved from [www.pearsoneducacion.net/floyd](http://www.pearsoneducacion.net/floyd)
- Rincón Roa, I. F., Cadena Téllez, W. G., & Flórez Franco, M. F. (2019). Diseño y construcción de un analizador de redes eléctricas para sistemas trifásicos de bajo voltaje. I+D Revista de Investigaciones, 6(2), 57–75. <https://doi.org/10.33304/revinv.v06n2-2015005>
- Seymour, J., & Horsley, T. (2010). Los siete tipos de problemas en el Suministro Eléctrico, 1–22.
- Torrente, Ó. (2013). Arduino. Curso práctico de formación. (Alfaomega, Ed.). México D.F.

# TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN



**Línea de investigación:**

TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y  
COMUNICACIÓN

Dispositivos wearables y su contribución al monitoreo de sistemas industriales.

Nancy Piedad Rodríguez Sánchez  
Giovanni Javier Hidalgo Castro

**Departamento/Facultad/Escuela**

Carrera de Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e  
Industrial

**Universidad/Instituto**

Instituto Tecnológico Superior Guayaquil  
Universidad Técnica de Ambato

nrodriguez.itsg@gmail.com  
hidalgo\_gx@yahoo.es

**Resumen**

Este trabajo presenta el estudio, diseño, desarrollo e implementación de un sistema de comunicación en tiempo real que permite monitorear las variables críticas de un proceso industrial con el objetivo de determinar la incidencia de este sistema en la reducción de tiempos improductivos causados por la gestión no oportuna de alarmas, además de ofrecer una alternativa fácil para aplicaciones que pueden llevarse a cabo a gran escala a nivel industrial, a través de la comunicación de una red Ethernet y un dispositivo vestible. El objetivo principal es el monitoreo de procesos, verificando la optimización de tiempos improductivos como una prueba de funcionalidad del sistema. Se ha desarrollado el índice HTML para obtener el acceso a los datos del PLC y se ha configurado el código Java para tener acceso a la consulta web con Android Studio, se establece la conexión en tiempo real con el PLC y el dispositivo vestible smartwatch. La parte modular del sistema depende de la introducción de la lógica de control directamente dentro del sistema de automatización por medio del APK en el dispositivo vestible.

*Palabras Claves— dispositivo vestible, APK, monitoreo, sistema*

**Abstract**

This paper presents the study, design, development and implementation of a system of real-time communication that allows monitoring the critical variables of an industrial process in order to determine the incidence of this system in reducing downtime caused by management not timely alarm, as well as offering an easy alternative for applications that can be carried out large-scale industrial level, communication via an Ethernet network and a wearable device. The main objective is process monitoring, verifying optimization downtime as a test system functionality. Has developed the index HTML for access to PLC data and is configured Java code to access the web consultation with Android Studio, real-time connection with the PLC and Wearable device, smartwatch, is established. The core of the system depends on the introduction of the control logic directly in the automation system through the wearable device APK. **Keywords** — wearable device, APK, monitoring system

**Introducción**

La conexión a las redes de información de todos los tipos de dispositivos puede permitir una multitud de aplicaciones dependiendo del sector donde se aplican estas tecnologías. Los avances tecnológicos y las nuevas tecnologías están siendo aplicadas a la industria, se comienza a hablar sobre la industria 4.0 o las fábricas 4.0. Recientemente, podemos encontrar en la literatura sobre IoT mucha teoría y tecnología, especialmente en sectores como logística y transporte, pero no hay muchos artículos en entornos de fabricación que expliquen situaciones



reales y concretas debido a la confidencialidad de sus operaciones y la competitividad del mercado. (Cañizares & Valero, 2018)

En la actualidad la digitalización es la nueva tendencia industrial correspondiente a la Industria 4.0 dentro del Internet de las Cosas.(Siemens, s. f.) En los últimos años, ha habido un cambio tecnológico cada vez mayor hacia una red descentralizada de objetos interconectados, todos equipados con capacidades de toma de decisiones y recopilación de datos “inteligentes”. (Li & Kara, 2017)

Hoy por hoy se está implementando con más fuerza la digitalización en las industrias fabriles alrededor del mundo para la reducción de costos de manufactura a través de la disminución de tiempos improductivos presentes en los procesos industriales.

A lo largo del tiempo se han desarrollado diversas aplicaciones móviles para dispositivos wereables siendo principalmente utilizadas para mejorar el estilo de vida del usuario final, (Pobes Panisello, 1000) aplicativos de salud(Melo, 2016),(computerhoy, s. f.), recordatorios y tareas diarias hacen más fácil la administración de los recursos y tiempo de las personas (Pernek, Kurillo, Stiglic, & Bajcsy, 2015), e incluso capaces de brindar seguridad de control de acceso(Prado, 2017), siendo interactivo y de fácil manejo hasta para personas mayores, brindándoles apoyo en diferentes ámbitos(Rosales, Fernández-Ardèvol, Comunello, Mulargia, & Ferran-Ferrer, 2017), y algo esencial en precautelar la vida humana en el campo de la industria minera, del cual existe estudios de su alcance futuro (Mardonova, Choi, Mardonova, & Choi, 2018)(Verma, Rajhans, Malik, & des Tombe, 2014).

Una de las principales tendencias de la automatización y control de los procesos se basa en tecnologías aplicadas al internet de las cosas IoT, que permite la conectividad a todo nivel dentro de la industria. Es así que el control de las operaciones en las industrias de procesos y fabricación irán adaptándose a estas tendencias ya que una de las bondades del internet de las cosas es que permite mejor conectividad y disponibilidad de la información de una forma eficaz y rápida, por lo tanto se pueden diseñar sistemas más complejos para una mejor toma de decisiones.(Harjunkoski, 2017)

Sin embargo los aplicativos wereables para la indus-

tria hoy en día, aun están en etapa de desarrollo (Aleksy & Rissanen, 2014), donde se cuenta con potentes dispositivos wereables (Digital e Innova, 2017), (Luque, 2016) que pueden operar como interfaz hombre máquina con lenguajes sistemas de compilación basados en JVM (Java Virtual Machine), donde se puede escribir de manera nativa un script en java de código abierto. (Android Studio, s. f.) Utilizando las bondades que un entorno de desarrollo integrado (IDE) para el desarrollo de aplicaciones para Android basados en IntelliJ IDEA.(Android Studio, s. f.) Se establece el intercambio de datos en tiempo real entre una Wereable APK y el Controlador Lógico Programable PLC permitiendo el monitoreo de variables industriales de alto nivel.

Por lo tanto, este artículo presenta una metodología para diseñar una arquitectura de sistema y generar un algoritmo que permita la comunicación en tiempo real con las variables del proceso del estudio.

## II. DESARROLLO

### III. REQUERIMIENTOS PRINCIPALES

Wereable APK representa una aplicación puesta a prueba dirigida a acceder al control de las acciones de un sistema PLC y su monitoreo.

Acorde al entorno donde se valida mediante implementación del desarrollo se establecen los requerimientos o funcionalidades básicas esperadas que definen el alcance general de Wereable APK incluyen las siguientes:

- Evaluación y Control a Distancia
- Monitoreo del funcionamiento del sistema de automatizado
- Control de las variables de entrada y salida del controlador lógico programable
- Acceso al control a través de varios dispositivos wereables inteligentes autorizados.

### IV. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Un PLC con interfaz Ethernet brinda la posibilidad de acceder a variables de CPU (Ag, 2014) con la ayuda de la aplicación Wereable APK.

Se puede acceder a los mecanismos estándar del PLC mediante la configuración de la Red Ethernet como web server dentro de la página web del controlador, como identificación, búfer de diagnóstico, estado del módulo, comunicación, estado de variables y registros de datos, y se puede diseñar y

```
Protected void Wereable_APK(Bundle savedInstanceState) {  
    super.onCreate(savedInstanceState);  
    setContentView(R.layout.sample_main);  
    mDataText=(TextView) findViewById(R.id.data_text);  
    mNetworkFragment = NetworkFragment.getInstance()  
        (getSupportFragmentManager(), "https://192.168.10.1/awp/Wereable_APK.html");  
}
```

Figura 1. Fragmento del código de programación

llamar a páginas web individuales para el control y monitoreo de una tarea de automatización.

Se ha desarrollado el índice HTML para obtener el acceso a los datos del PLC y configurado el código Java para tener acceso la consulta web con Android Studio bajo el código Fig. 1

A través de lo mencionado se establece la conexión en tiempo real la con el PLC y el dispositivo Wearable.

La parte modular del sistema depende de la introducción de la lógica de control directamente dentro del sistema de automatización por medio del APK con Network Fragment el PLC mediante un servidor web.

Para esto se vinculó la lógica virtual y la lógica real del sistema, para lo cual dentro del OB principal de

la CPU, se enlazaron las variables utilizadas dentro de la librería Global del CPU con las utilizadas en el código HTML.

## V. GESTION DE VARIABLES

Se establecieron variables definidas por el usuario, estas variables son las que se enlazan con la programación instituida en el diagrama de contactos del PLC.

Se ha llamado la lógica virtual del PLC contenido en del código HTML a través de un enlace tipo Request. Index.HTML Para el intercambio de datos. Para esto se definió un bloque de instrucción que inicializa el web server del CPU y enlaza la comunicación entre las variables del controlador y las del código HTML. Fig.2 da una vista completa de la arquitectura del sistema aplicada como solución de implementación, la cual se detalla sus acciones a continuación.

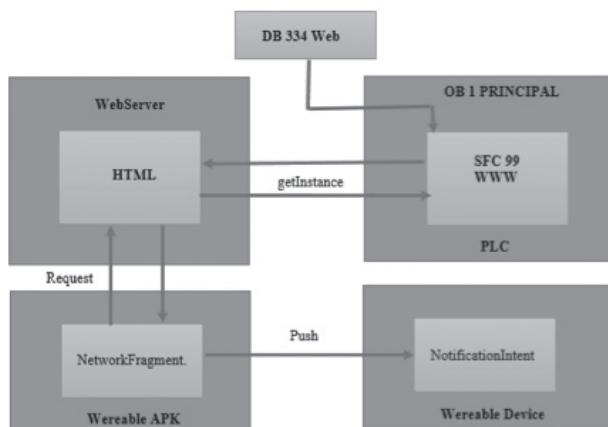


Figura 2. Arquitectura del sistema

Dentro de la configuración de la CPU del PLC son establecidas las parametrizaciones Ethernet con su dirección IP y las propiedades de servidor web del dispositivo, integrando de esta manera el directorio HTML de la página web definida para funciones de control con el PLC.

Estas parametrizaciones HTML "TABLA I" componen la página web que se mostrará como base de información wearable App, esto permite utilizar varias veces las variables configuradas para todos los dispositivos inteligentes incluso las variables asociadas con el código HTML.

Tabla I Protocolo de transferencia de hipertexto

HTTP Request HEADER		Value
Accept	=	text/html,application/xhtml+xml,application/xml,*/*
Accept-Encoding	=	APK,*/*
Accept-Language	=	Grande', InteligentID', */*
Connection	=	Keep-Alive, Real_Time', */*
Cookie	=	siemen_ad_session0o6TGJKK3343267sdf=='
Host	=	192.168.10.1
Referer	=	https://192.168.10.1/awp/Wearable_APK.html'
User_Agent	=	Android 24.0'

### A. Variables de Control de Proceso

Para el caso de aplicación, dentro del proceso de dosificado de polvo, las principales variables del proceso se representan en el dispositivo Wearable en tiempo real, permitiendo conocer su valor de estado en el dispositivo portable. Fig.3 muestra la visualización de una variable en el dispositivo

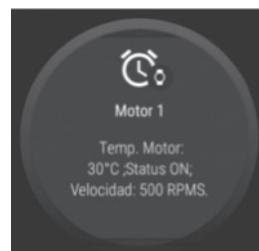


Figura 3. Visualización de variable en proceso



### B. Variables de Puesta en Marcha y Calibración

Las variables de puesta en marcha y calibración definidas para la aplicación Android se entiende como una página web con una sintaxis de comando adicional (comandos AWP) que se puede usar para acceder a un PLC con interfaz Ethernet para la calibración del controlador desde el dispositivo portable.

Los parámetros de funcionamiento del proceso tanto los establecidos como los reales se muestran Fig.4

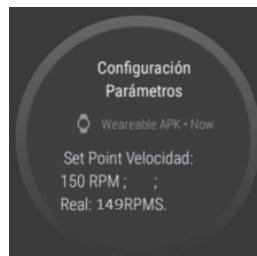


Figura 4. Puesta en marcha y calibración

### C. Notificación Eventos y Alarmas.

Los procesos industriales farmacéuticos que demandan altos estándares de esterilidad e inocuidad en sus operaciones conocer de una manera rápida y eficaz donde está localizada la falla a través de notificaciones y alarmas permiten actuar dentro de las condiciones de las variables de proceso críticas a controlar para que de esta forma se pueda actuar directamente en la causa raíz de la avería. Las notificaciones de alarmas son de prioridad dentro de un proceso para la reducción de tiempo, estas señales llegan al dispositivo wearable Fig. 5

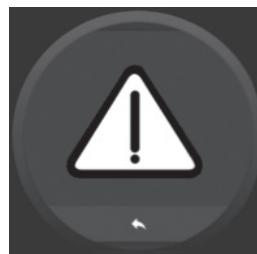


Figura 5. Notificación de una alarma

## Resultados

La realización de estas pruebas permitió validar y realizar varios ajustes con respecto a la funcionalidad del sistema implementado, realizando una prueba de la aplicación en el proceso de dosificado de productos inyectables estériles de una industria farmacéutica, donde el operador responsable de la calibración y puesta en marcha del sistema automatizado no se encuentra de manera permanente en el área estéril, debido a que se debe conservar

criterios de buenas prácticas de manufactura y mantener la calidad del aire y flujo laminar dentro del área productiva. De suscitarse una falla el operador debe actuar de manera oportuna para evitar tiempos muertos en la operación, la Fig.6 muestra la ruta que normalmente realiza el operador, para el ingreso al área estéril después de cumplir los protocolos de seguridad requeridos.

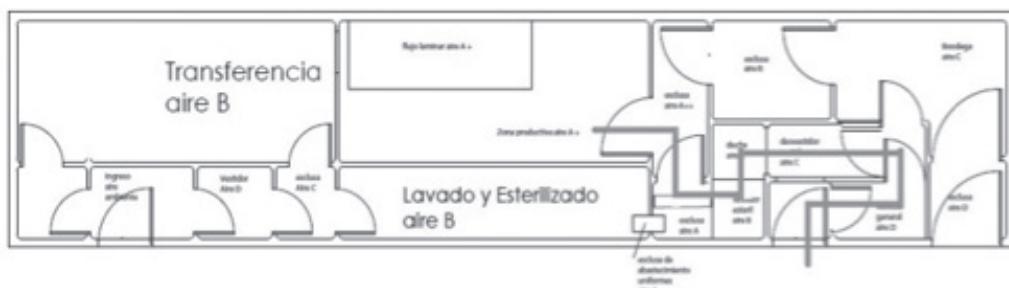


Figura 6.Ruta de ingreso al área estéril

Para este caso de estudio se diseñó una aplicación para dispositivos wearables que permite la interacción del operador y el sistema PLC operando como HMI wearable. En este estudio el dispositivo wearable con el que el operador interactúa y controla de manera remota que acciones debe llevar a cabo el PLC, mediante la app.

Por medio de un dispositivo wearable con sistema operativo Android, en donde se implementó una

aplicación que recibe las órdenes de control del operador y las envía al sistema de PLC mediante la conexión Ethernet

Fig.7 Esquema de flujo de la app que permite monitorear y gobernar el estado de las variables del programador en donde se pueden supervisar cualquier bit, byte o palabra deseada sean analógicos o digitales dentro de la app. Así se pueden controlar todos los diagnósticos del PLC directamente en la App con

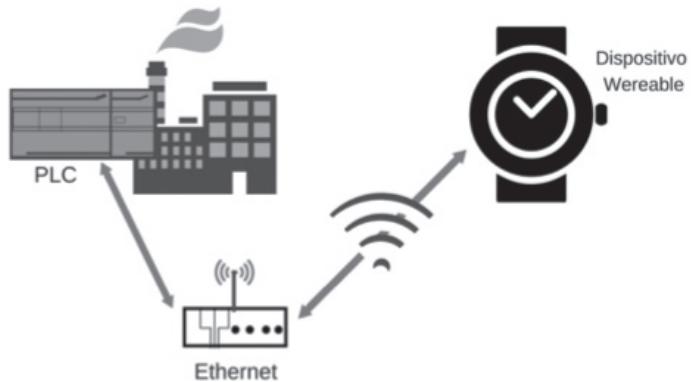


Figura 7. Esquema de flujo

un punto de acceso inalámbrico para cualquier dispositivo móvil.

Para este caso se encuentra viable el proyecto mediante el uso de toda la infraestructura de red de una planta sin componentes de hardware adicionales. Es decir, cada lugar de la planta donde se proporciona un acceso a la red, puede acceder a los controladores respectivos del sistema PLC.

Mediante la utilización del sistema de notificación mediante el uso de un dispositivo HMI vestible, se pudo conocer el estado del sistema en tiempo real de forma remota a través de la Wearable APK, permitiendo al operador reducir el tiempo de evaluación y puesta en marcha del equipo al suscitarse una falla dentro del sistema de automatizado como se muestra en la siguiente figura comparativa donde se pude observar la reducción de tiempo improductivo del proceso de dosificado Fig.8. , se tiene:

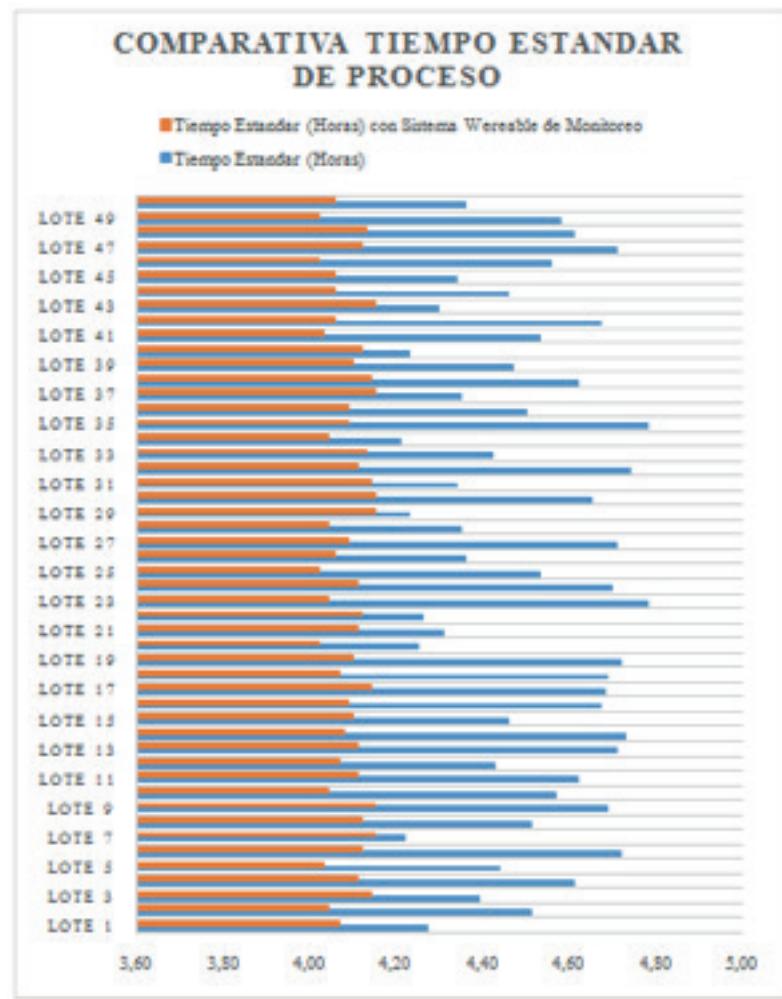


Figura 8 Datos Adquiridos



## VII. CONCLUSIONES Y ESTUDIOS FUTUROS

En los últimos tiempos, la aparición de dispositivos electrónicos móviles capaces de manejar lenguajes HTML juntamente con la integración de tecnologías de automatización y control de los procesos ha dado lugar a un mayor desarrollo del campo industrial farmacéutico en monitoreo y operación de sus procesos.

Mediante la inclusión de tecnología de la industria 4.0 se ha realizado el control y monitoreo de un sistema PLC mediante una aplicación desarrollada para sistema operativo Android, obteniendo respuestas y un adecuado funcionamiento del sistema. Se ha podido obtener la respuesta del sistema en su monitoreo.

Como estudios futuros se puede desarrollar aplicaciones para los diferentes sistemas operativos

de teléfonos inteligentes, para ampliar la cobertura de la aplicación para iOS. Además, se ha planteado la extensión a la gestión y control de procesos de control finito en piso para plantas industriales con el propósito de que mediante la app se pueda monitorear el avance de las órdenes de producción y gestionar en la planta industrial en tiempo real.

Se puede también extender la aplicación para control y monitoreo de una planta de producción que permita alertar problemas en un proceso de producción y darle gestión oportuna aplicando criterios de Lean Manufacturing (Feld, 2000).

Otro campo aplicable es el estudio de gestión de reportes para procesos que se adapten al tiempo de respuesta que permite una comunicación a través de Ethernet.

## REFERENCIAS

- Ag, S. (2014). Servidor web S7-1500 Servidor web. 1-94.
- Aleksy, M., & Rissanen, M. J. (2014). Utilizing wearable computing in industrial service applications. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 5(4), 443-454. <https://doi.org/10.1007/s12652-012-0114-2>
- Android Studio. (s. f.). Conoce Android Studio | Android Developers. Recuperado 3 de febrero de 2018, de <https://developer.android.com/studio/intro/?hl=es-419>
- Cañizares, E., & Valero, F. A. (2018). Analyzing the effects of applying IoT to a metal-mechanical company. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(2), 308-317. <https://doi.org/10.3926/jiem.2526>
- computerhoy. (s. f.). Diseñan un dispositivo wearable que predice los ataques de asma | Life - ComputerHoy.com. Recuperado 7 de enero de 2018, de <https://computerhoy.com/noticias/life/disenan-dispositivo-wearable-que-predice-ataques-asma-45934>
- Digital e Innova. (2017). EJEMPLOS DE DISPOSITIVOS “WEARABLES” | DIGITAL E INNOVA. Recuperado 25 de julio de 2018, de <https://digitaleinnova.wordpress.com/2017/07/09/ejemplos-de-dispositivos-wearables/>
- Feld, W. (2000). Lean Manufacturing. En Resource Management: Vol. 20. <https://doi.org/10.1201/9781420025538>
- Harjunkoski, I. (2017). Future of control and operations in the era of industrial internet of things. En Computer Aided Chemical Engineering (Vol. 40). <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63965-3.50381-0>
- Li, W., & Kara, S. (2017). Methodology for Monitoring Manufacturing Environment by Using Wireless Sensor Networks ( WSN ) and the Internet of Things ( IoT ). *Procedia CIRP*, 61, 323-328. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.182>
- Luque, J. (2016). Dispositivos y tecnologías wearables. *Acta*, 18.
- Mardonova, M., Choi, Y., Mardonova, M., & Choi, Y. (2018). Review of Wearable Device Technology and Its Applications to the Mining Industry. *Energies*, 11(3), 547. <https://doi.org/10.3390/en11030547>
- Melo, Y. (2016). Métricas de rendimiento aeróbico. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Pernek, I., Kurillo, G., Stiglic, G., & Bajcsy, R. (2015). Recognizing the intensity of strength training exercises with wearable sensors. *Journal of Biomedical Informatics*, 58, 145-155. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.09.020>
- Pobes Panisello, A. (1000). Wearable system for the monitoring of physical activity. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/88644?show=full>
- Prado, E. (2017). SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE ACCESO BASADO EN IOT Y SMARTPHONES Trabajo Final de Grado Presentado a la facultad de Escola Tècnica d' Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona Universitat Politècnica de Catalunya por Eduardo de Prado Cañal En cumplimi. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Rosales, A., Fernández-Ardèvol, M., Comunello, F., Mulargia, S., & Ferran-Ferrer, N. (2017). Older people and smartwatches, initial experiences. *El Profesional de la Información*, 26(3), 457. <https://doi.org/10.3145/epi.2017.may.12>
- Siemens. (s. f.). El Futuro de la Industria 4.0 - El Futuro de la Industria - Siemens. Recuperado de [https://w5.siemens.com/spain/web/es/el-futuro-de-la-industria/pages/el\\_futuro\\_de\\_la\\_industria.aspx](https://w5.siemens.com/spain/web/es/el-futuro-de-la-industria/pages/el_futuro_de_la_industria.aspx)
- Verma, D. K., Rajhans, G. S., Malik, O. P., & des Tombe, K. (2014). Respirable Dust and Respirable Silica Exposure in Ontario Gold Mines. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 11(2), 111-116. <https://doi.org/10.1080/15459624.2013.843784>



**Línea de investigación:**

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y  
COMUNICACIÓN

Inserción Laboral De La Formación Dual Técnica  
Y Tecnológica En El Ecuador. Caso De Estudio:  
Instituto Tecnológico Superior “Luis Arboleda Martínez”

Antonio X. Zavala-Alcívar<sup>1</sup>  
Gissella M. García-Loor<sup>2</sup>,  
Verónica I. López-Figueroa<sup>3</sup>

**Universidad/Instituto**

Instituto Tecnológico Superior  
“Luis Arboleda Martínez”- Manta

a.zavala@itslam.edu.ec  
g.garcia@itslam.edu.ec,  
v.lopez@itslam.edu.ec

**Resumen**

La inserción laboral o generación de emprendimientos se ve condicionada al grado de tecnificación y preparación de los estudiantes en las Instituciones de Educación Superior del país. La educación técnica y tecnológica constituye un proceso cíclico complejo de formación dado que identifica las necesidades del sector productivo, diseña la formación y cualifica al talento humano que luego será participante de las organizaciones empresariales. La formación dual, como proceso metodológico, crea un modelo más dinámico de aprendizaje en la formación técnica y tecnológica, donde el estudiante desarrolla el proceso de formación en dos entornos: el académico y el laboral. Esta dualidad, academia y empresa, genera un aprendizaje fundado en la práctica, basado en la resolución de problemática a situaciones empresariales reales y centrada en la adquisición de competencias transversales del estudiante. Esta investigación permite relacionar la inserción laboral de los estudiantes de formación dual de las carreras técnicas y tecnológicas, considerando la experiencia del Instituto Tecnológico Superior Luis Arboleda Martínez, bajo la aplicación de encuesta a graduados de formación dual y a sus empleadores actuales, permitiendo así, establecer resultados de la relación del proceso de enseñanza dual y los requerimientos empresariales de la sociedad.

*Palabras Claves— formación dual, educación técnica y tecnológica, inserción laboral.*

**Abstract**

Working insertion and the creation of entrepreneurship are conditioned by the increasing level of technology and students' training inside the superior educational institutions of the country. Technical and technological education is part of the cyclical and complex process of training due to the needs found in the productive sector, it designs the preparation and qualifies individuals who will be taking part of the business organizations. Dual education, as a methodological process, creates a dynamic model of education in two different environments: the academic and the working one. This duality, academy and business company, produces learning based on real practice, and problem-solving in real working situations. This research relates the quality of work insertion of the students in the dual modality technical and technological careers, taking in account that the experience of “Instituto Tecnológico Superior Luis Arboleda Martínez”, by the application of a survey to dual modality graduates and to their current employers, allowing to establish results regarding to the dual teaching process and the industry requirements in society.

*Keywords — dual education, technical and technological education, working insertion.*

1 Ingeniero Industrial, Máster en Ingeniería Avanzada de Producción, Logística y Cadena de Suministro, Comisión de Planificación Institucional, Docente formación dual.

2 Ingeniera Industrial, Comisión de Evaluación Integral, Docente formación dual en Tecnología Superior en Mecánica y Operaciones de Máquinas.

3 Ingeniera en Comercio Exterior y Relaciones Internacionales, Docente formación dual en Tecnología Superior en Logística Portuaria.

### Introducción

En la actualidad, la globalización trae consigo nuevos desafíos en el entorno laboral, caracterizado por tecnologías emergentes y la obligatoriedad en la adquisición de competencias en relaciones humanas y liderazgo. Esto resulta en una problemática en la calidad de la inserción laboral donde está en aumento el número de jóvenes que tienen problemas al buscar empleo por primera vez.

Considerando que entre los desempleados jóvenes están los cesantes y aquellos que buscan empleo por primera vez, la tasa de desocupación es de 19,6% para el 2018 en América Latina y el Caribe, aumentando en un 5% con respecto al periodo anterior (Organización Regional del Trabajo, 2018). Dichos niveles de desempleo son claramente mayores en países en vías de desarrollo, en donde la tasa de desocupación juvenil triplica la de la población adulta. En el Ecuador, datos proporcionados por la Organización Regional del Trabajo, (2018) muestran que la tasa de desocupación juvenil aumentó ligeramente entre los años 2017 y 2018, pasando de 9,4% a 9,5%. Dato ubicado por debajo de la media para Latinoamérica y de países de la región como Perú (15,5%), Colombia (20,2%), Chile (17,5%) y Brasil (29%).

Este grupo está caracterizado por enfrentar mercados laborales en condiciones no favorables, siendo su principal barrera para la empleabilidad el carecer experiencia laboral, convirtiéndose en un bucle vicioso de desaliento para el grupo. A esto se le añade, que cerca del 80% del mercado laboral juvenil se desarrolla en la informalidad, impidiéndole acceso a la salud, seguridad social y más beneficios de ley.

Según De La Hoz, Quejada, & Yanez, (2012) consideran que el desempleo es consecuencia de varios factores: dinámica demográfica, incongruencias entre la oferta y demanda laboral, dinámica de la actividad económica y, fundamentalmente por la educación. Weller (2006) argumenta que los individuos mejores cualificados y con mayor nivel de educación tienen mayor posibilidad de inserción laboral, de obtener aumentos salariales y desarrollar capital humano en las empresas. Para Domínguez Martínez, (2018) la tarea fundamental de la formación de los

ciudadanos cumple una triple finalidad: 1) ser ciudadano responsable y consciente, 2) tener pensamiento crítico, 3) generar competencias para estar dentro del sistema productivo al servicio de la sociedad. En esta última finalidad se incluye el fomento de una cultura emprendedora como alternativa al empleo. Para Araya (2008) una eficiente formación en competencias que requiere el mercado laboral se desarrolla cuando las mismas empresas solicitantes del recurso humano forma parte de su formación. Este principio se conoce como la formación dual.

La formación dual profesional nació en Alemania hace más de 150 años (Uwe Lauterbach & Lanzen-dorf, 1997), la cual se trata de una formación integral del estudiante a través de dos lugares de aprendizaje: la institución educativa, donde se desarrollan las bases teóricas orientadas a las áreas claves de la empresa y de la profesión; y la empresa formadora, donde se desarrolla el entrenamiento práctico bajo un entorno de trabajo real, con una rotación de departamentos según el núcleo temático. Esta metodología de formación profesional compartida de experiencia y conocimiento busca formar profesionales con capacidades, aptitudes y destrezas que permitan al sector empresarial tener talento calificado a la medida de su empresa.

En el Ecuador el sistema de formación dual inicialmente no tuvo una participación directa del Estado, ya que se implantó este modelo en 1989 a través del Sistema Dual del Instituto Tecnológico Superior Alemán (ITSA), el cual es una institución privada. En diciembre de 2013 inicia un proyecto financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania, cuyo objetivo es apoyar la implementación de carreras técnicas y tecnológicas con formación dual. En el marco del proyecto de Reconversion de la Educación Superior Técnica y Tecnológica del Ecuador, la Cámara de Industrias y Comercio Ecuatoriano - Alemana diseñó 38 carreras técnicas y tecnológicas en modalidad de formación dual con el modelo alemán para SENESCYT; de las cuales 8 carreras son apoyadas por el Proyecto Alianza para la Formación Profesional, entre las que se encuentra una de las carreras del Instituto Tecnológico Superior “Luis Arboleda Martínez”.

Considerando los beneficios de la formación dual, esta investigación permite evaluar la inserción laboral de los estudiantes de formación dual de las carreras técnicas y tecnológicas, bajo la experiencia del Instituto Tecnológico Superior “Luis Arboleda Martínez”.

### Desarrollo

La metodología de investigación es cuantitativa fundamentalmente descriptiva. Se apoya en la técnica de la encuesta, aplicada a los graduados de las carreras: Técnica en Operación de Máquinas Cerradoras y Envasadoras, Tecnología en Logística Por-



taria, Tecnología en Procesamiento de Alimentos, Tecnología en Acuicultura, Tecnología en Mecánica Naval. El estudio se desarrolló en tres fases consecutivas: diseño de muestra, recogida de datos y análisis de los resultados.

Dentro de la primera fase con el objeto de garantizar la representatividad de los datos, se consideró aplicar la encuesta de seguimiento a la totalidad de graduados (Tabla 1).

Tabla 1: Total de población de estudio por carrera técnica y tecnológica.

Carrera Técnica / Tecnológica	Número de graduados	Número de promociones	Número de Cohortes	Inicio de estudios Cohorte
Tecnología en Mecánica Naval	25	1	2	S1 – 2015 S2 – 2015
Tecnología en Logística Portuaria	19	1	2	S1 – 2015 S2 – 2016
Técnica en Operación de Máquinas Cerradoras y Envasadoras	17	3	3	S1 – 2015 S2 – 2015 S1 – 2016
Tecnología en Refrigeración Dual	11	1	1	S1 – 2015
Tecnología en Acuicultura	14	1	2	S1 – 2015 S2 – 2015
<b>TOTAL</b>	<b>86</b>			

Los cuestionarios utilizados se dividieron en tres bloques: el primero recaba información sobre la identidad del graduado y competencias de formación dual adquiridas; el segundo bloque abarca el estatus ocupacional de los graduados considerando sus aspiraciones personales y dificultades de empleo y, el tercer bloque analiza la calidad del empleo valo-

rado mediante escalas de Likert las competencias adquiridas y las requeridas por el mercado laboral. La organización del cuestionario sigue un patrón cronológico para reducir la inferencia de respuesta y aumentar su fiabilidad. La Ilustración 1 muestra el modelo metodológico de la encuesta para el seguimiento de graduados.

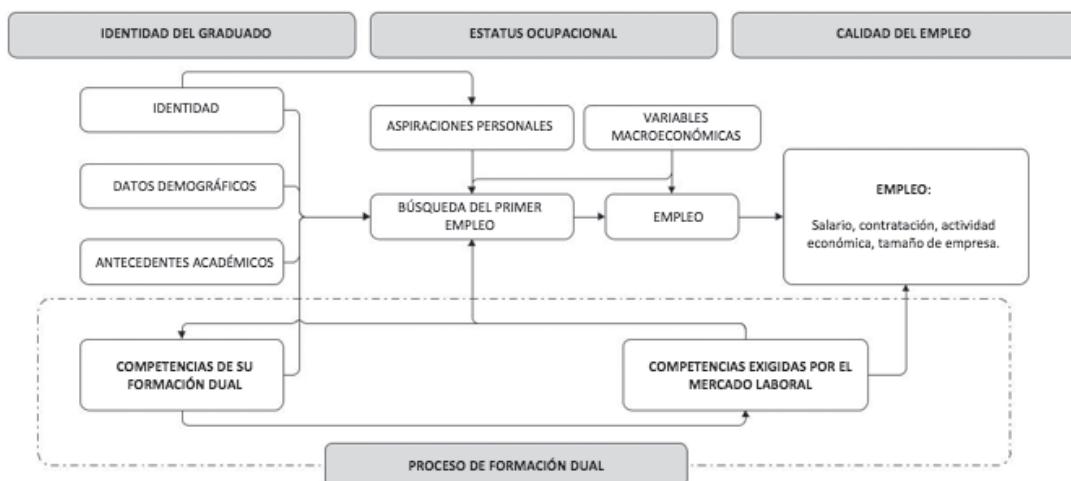


Ilustración 1: Metodología aplicada en las encuestas de seguimiento a graduados.

La fase de recogida de datos se desarrolló mediante la plataforma GoogleForm disponibles para todos los graduados durante un mes. En la fase de análisis de resultados se consideró que las variables estudiadas dependen del tiempo transcurrido desde su finalización de estudios de formación dual, donde se obtiene datos sobre la empleabilidad, dificultades del primer empleo, satisfacción con la formación académica y acople al mercado laboral del perfil de egreso. Para este último resultado, con los datos obtenidos de empleabilidad de los graduados, se desarrolló entrevistas dirigida a los empleadores que permite valorar las competencias adquiridas por los estudiantes y las necesarias en el trabajo.

## Resultados

La respuesta de los graduados del Instituto Tecnológico Superior “Luis Arboleda Martínez” en las carreras de formación dual alcanzó un 81% de la población total, de los cuales el 57% tienen género masculino y el 43% femenino, con edades que oscilan entre los 26 y 35 años.

Según los resultados, 41% de los graduados se encuentra empleado, considerando que de este valor 72% desempeña un trabajo a tiempo completo, 24% desempeña un trabajo a tiempo parcial y 3% es trabajador independiente. 52% de los empleados actualmente se encuentra trabajando en la empresa donde realizó sus prácticas de formación dual.

Tabla 2: Estadística sobre graduados formación dual técnica y tecnológica.

Carreras	% graduados encuestados	% graduados empleados	% empleados en empresas formadoras	% empleados en actividades relacionadas al perfil profesional
<i>Mecánica Naval</i>	84%	43%	56%	67%
<i>Logística Portuaria</i>	89%	53%	67%	67%
<i>Mecánica y Operación de Máquinas Cerradoras y Envasadoras</i>	82%	43%	50%	83%
<i>Refrigeración</i>	45%	60%	33%	67%
<i>Acuicultura</i>	93%	15%	0%	50%
<b>TOTAL</b>	<b>81%</b>	<b>41%</b>	<b>52%</b>	<b>69%</b>

De la totalidad de los empleados, para el 59% transcurrió menos de un mes desde que terminó la carrera hasta encontrar el empleo actual, 15% de 1 a 3 meses, 4% de 4 a 6 meses y 22% de 7 a 12 meses.

De la totalidad de los desempleados, el 71% atribuye su condición a la falta de puestos de trabajo, 12% al cuidado de los hijos, 10% a la falta de experiencia, 5% a estar cursando otros estudios y 2% a una enfermedad. De los datos obtenidos, 5% de los desempleados no se encuentran buscando trabajo. El 37% de la población encuestada menciona que desde que se tituló han rechazado algún trabajo por considerarlo no adecuado en remuneración o el ni-

vel del puesto no estaba acorde con sus habilidades y conocimientos.

Entre las dificultades para encontrar empleo de la población total encuestada, 46% considera que se debe a la exigencia de tener un trabajo acorde con sus expectativas económicas y profesionales, 38% por la carencia en la formación técnica o tecnológica recibida en la institución educativa, 36% por falta de conocimientos de idiomas, 30% por actividades personales que les impidieron trabajar, 30% por falta de experiencia profesional, y 19% por falta de conocimientos informáticos (Ilustración 2).



Ilustración 2: Dificultades y factores para encontrar empleo en los graduados.



Entre los factores para influyeron para conseguir empleo en los graduados, los conocimientos prácticos y, la personalidad y habilidades para trabajar en equipo tuvieron una relevancia del 89%, la experiencia laboral previa un 88%, el dominio de la informática y de las nuevas tecnologías un 85%, la capacidad de gestión y planificación un 81%, los conocimientos teóricos un 73% y, conocimientos de idiomas un 42% (Ilustración 2).

Las remuneraciones mensuales oscilan entre \$301 a \$500 para el 38% de los empleados, entre \$501 a \$700 para el 21%, menos de \$300 para el 17%, entre \$701 a \$900 para el 7%, entre \$ 901y \$1200 para el 10% y más de \$1200 para el 7%.

28% de los empleados considera a su actividad actual es muy satisfactorio, 52% satisfactorio, 7% poco satisfactorio y 13% es indiferente. Del total de

empleados, 55% se encuentra actualmente buscando otro empleo.

El análisis de la inserción laboral de los graduados es complementado con la percepción de los empleadores. Para esto se desarrollaron entrevista con los empresarios y se analizó la formación de los estudiantes y su desenvolvimiento. Dado los perfiles de egreso distintos de las carreras técnicas y tecnológicas abarcadas, se presenta solo de la Tecnología de Mecánica Naval. Para los empresarios su perfil profesional de salida concuerda con las exigencias del mercado y, el desempeño de los graduados es considerado como excelente. La Ilustración 3 relaciona las competencias del perfil de salida bajo dos percepciones: desde los graduados valorando la formación recibida durante su formación y, los empresarios considerando el nivel de aplicación de los graduados.



Ilustración 3: Cumplimiento del perfil de egreso en Tecnología en Mecánica Naval desde la perspectiva estudiantes y empresarios.

## Discusión y conclusiones

No existe datos publicados de empleabilidad de la formación dual técnica y tecnológica de institutos en el país para generar una comparativa con los obtenidos. Esto se debe a que la formación dual técnica y tecnológica está aplicándose desde el año 2015, y las promociones de graduados no son numerosas.

Considerando los factores que influyen en el desempleo, propuestos De La Hoz et al., (2012), la dinámica demográfica no afecta en la inserción laboral de los graduados de la formación técnica y tecnológica de instituto analizado, dado que muestra una relación cercana entre los porcentajes de ingreso entre hombre y mujeres a la formación, y los porcentajes de empleabilidad posterior a su graduación. La

consideración étnica tampoco genera influencia en el índice.

La dinámica de la actividad económica, como factor, está estrechamente relacionada con la empleabilidad general (Jurado, Henríquez, Castro, & Fernández, 2011). Tener un insuficiente crecimiento económico genera que el mercado laboral prescinda de mano de obra y, principalmente recién titulada. El bajo nivel de empleabilidad de los graduados de este tipo de formación responde a la falta de plaza laborales en el mercado y a la insatisfacción hacia la propuesta de empleo por no estar acorde en la remuneración o el nivel del puesto no está acorde con las habilidades y conocimientos. El formarse dentro de la empresa, conociendo los procesos, genera en

los estudiantes una perspectiva real y aumenta las expectativas monetarias al buscar empleo. El fenómeno de salario mínimo propuesto por las empresas, considerando su graduación reciente en el nivel técnico o tecnológico, aumenta esta insatisfacción.

La incongruencia entre la oferta y demanda laboral, que junto a la educación son factores que afectan significativamente la inserción laboral de los graduados. Autores como Domínguez Martínez (2018), Rego Agraso, Barreira Cerqueiras, & Rial Sánchez (2015), Morales Ramírez (2014), Aguilar González (2015) afirman que la formación dual permite establecer un nexo más real para la inserción de los estudiantes al mercado laboral. Si las competencias adquiridas en la educación no están alineadas a las requeridas por el mercado laboral, surgen problemáticas como el trabajo informal y una progresiva pérdida de la capacidad de generación de ingreso. La formación dual técnica y tecnológica permite alinear estas competencias requeridas por el mercado con las adquiridas en su educación. La satisfacción de los empleadores hacia las competencias de los empleados graduados de la formación dual y la tasa de continuidad de estudiante de formación a empleados respalda esta idea.

Sigrid Martin & Bernd Hoft (2017) establecen que los principales beneficios de la formación dual se encuentra la formación profesional del estudiante en base a las necesidades de la empresa, mediante una formación práctica específica dentro del propio

entorno de trabajo, optimizando el proceso de selección del personal e incrementando los niveles de productividad y competitividad, ya que el estudiante conoce la cultura y los procesos de la empresa, lo que le permite aprender a resolver problemas reales.

Sin embargo, para que sea efectiva esta formación de ambas partes y se logren alcanzar estos beneficios, es necesario que en las empresas formadoras, los tutores empresariales, quienes son responsables de desarrollar las habilidades prácticas de los estudiantes de formación dual a su cargo, sean capacitados en metodología pedagógica y reciban un acompañamiento constante en un correcta planificación del aprendizaje en coordinación con los conocimientos que los aprendices adquieren en la institución educativa. Esto permitirá aumentar la inserción de los estudiantes al mundo laboral de forma inmediata (Araya, 2008).

Según Secanella (2011), es necesario que los estudiantes de formación superior adquieran nuevas habilidades y competencias para un mejor desempeño en el mercado laboral. Competencias y habilidades transversales en los graduados como capacidad de trabajo en equipo, dominio de la informática y de las nuevas tecnologías, capacidad de gestión y planificación y, dominio de idioma extranjero generan mayores ventajas a los estudiantes de formación dual para ser insertados laboralmente.

## Referencias

- Aguilar González, M. C. (2015). El sistema “alternativo” de formación profesional dual para el empleo en España: perspectivas de evolución. *Revista Internacional y Comparada de Relaciones Laborales y Derecho Del Empleo*, 3(4), 198–223.
- Araya, I. (2008). La Formación Dual y su fundamentación curricular. *Revista de Educacion*, 32(1), 45–61. <https://doi.org/dx.doi.org/10.15517/revedu.v32i1.523>
- De La Hoz, F. J., Quejada, R., & Yanez, M. (2012). El desempleo juvenil: problema de efectos perpetuos. *Latin American Review of Social Sciences, Childhood and Youth*, 10(1), 427– 439.
- Domínguez Martínez, J. M. (2018). La conexión del sistema educativo con el mercado de trabajo: algunas consideraciones. *EXtoikos*, 2, 7–9.
- Jurado, J. V., Henríquez, L. M., Castro, E., & Fernández, I. (2011). Las relaciones universidad-empresa : tendencias y desafíos en el marco del Espacio Iberoamericano del Conocimiento. *Las Relaciones Universidad-Empresa : Tendencias y Desafíos En El Marco Del Espacio Iberoamericano Del Conocimiento*, 57, 109–124.
- Morales Ramírez, M. A. (2014). Sistema de aprendizaje dual: ¿Una respuesta a la empleabilidad de los jóvenes? *Revista Latinoamericana de Derecho Social*, 19, 87–110. [https://doi.org/10.1016/s1870-4670\(14\)70665-7](https://doi.org/10.1016/s1870-4670(14)70665-7)
- Organización Regional del Trabajo. (2018). Panorama Laboral 2018. América Latina y El Caribe.



Rego Agraso, L., Barreira Cerqueiras, E. M., & Rial Sánchez, A. F. (2015). Formación Profesional Dual: comparativa entre el sistema alemán y el incipiente modelo español.

Revista Española de Educación Comparada, 0(25), 149. <https://doi.org/10.5944/reec.25.2015.14788>

Secanella, J. (2011). Nuevas competencias para la empleabilidad de los estudiantes universitarios. *La Cuestión Universitaria*, (7), 40–47.

Sigrid Martin, B., & Bernd Hoft, K. (2017). Formados - Formación dual. Cámara México - Alemana de Comercio e Industria.

Uwe Lauterbach, & Lanzendorf, U. (1997). El sistema dual de la Formación Profesional en Alemania funcionamiento y situación actual. *Revista Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 30(ISSN 0213-8646, ISSN-e 2530-3791), 51–68.

Weller, J. (2006). Problemas de la inserción laboral de la población juvenil en américa latina.

Papeles de Población, 12(49), 43–87.

# Patrimonio, Turismo y Educación





**Línea de investigación:**  
**PATRIMONIO , TURISMO Y EDUCACIÓN**

Desafíos de la Formación Técnica y Tecnológica en el Siglo XXI

Santiago Illescas Correa, PhD

**Departamento/Facultad/Escuela**

Rector del Instituto Superior Tecnológico Sucre  
Consejo Provincial de Pichincha - Cinco de Junio  
- Andrés F. Córdova

[sillescas@tecnologicosucre.edu.ec](mailto:sillescas@tecnologicosucre.edu.ec)

**Resumen**

En los últimos años, la República del Ecuador ha fundamentado la base de su desarrollo en las reformas de su Constitución (2008), y la normativa de los diferentes sectores, y la ha acompañado de una gran inversión en el proceso de modernización del Estado, además de formular políticas encaminadas a satisfacer servicios públicos que lleguen de forma tangible a la ciudadanía. Sin embargo, no se ha podido evidenciar éxitos significativos en la implementación del Plan Nacional de la revalorización de la formación técnica y tecnológica; no se ha podido desarraigar la burocracia que aún persiste en las instituciones públicas, así como la insatisfacción de la ciudadanía por los servicios públicos recibidos.

El objetivo del presente artículo es sintetizar las diversas actuaciones y reformas llevadas a cabo dentro de la formación técnica y tecnológica (FTT) en la educación superior ecuatoriana. Previamente, se analizarán las principales teorías que sustenten el paradigma de la formación técnica y tecnológica, al relacionar los diferentes enfoques de la gestión pública neoweberiana con la nueva gestión pública, lo cual permitirá entender la razón de cada una de las políticas públicas o cambios que han tenido lugar en la educación superior pública. Esta interesante experiencia brinda un importante insumo para la toma de decisiones, y correctivos necesarios para que el órgano rector de la política pública en el ámbito de la educación superior, pueda alcanzar una verdadera transformación de la Educación Superior en el Ecuador, que garantice los derechos de la ciudadanía de una Educación Superior de calidad, independientemente del tipo o línea política del gobierno que administre dicho Estado.

*Palabras Claves:* Formación técnica y tecnológica, nueva gestión pública, neoweberianismo, políticas públicas.

**Abstract**

During the last few years, the Republic of Ecuador has based its Development phase on various reforms in its Constitution (2008), and the regulations of the different sectors, and by significantly investing in the modernization of the State, in addition to directing policies to satisfy public services that are also tangible to the citizens. Nevertheless, it has not been possible to reach significant successes by implementing the National Plan for the revaluation of technical and technological training; it has not been possible to uproot the bureaucracy that still persists in the public institutions, and put an end to the subsequent citizen dissatisfaction regarding the provision of public services.

The aim of this article is to synthesize the diverse actions and reforms carried out within the technical and technological education in Ecuadorian higher education. Previously, the main theories that support

the technical and technological training paradigm will be analyzed, relating the different approaches of the Neoweberian public management with the new public management, which will allow the understanding of the reason for each of the public policies or changes that have taken place in public higher education. This interesting experience provides an important input for a decision making and corrective measures, so that the governing body of public policy in the field of higher education can achieve a true transformation of Higher Education in Ecuador, which guarantees the rights of citizenship about the quality Superior Education of, regardless of the government type or political line in place.

### 1. Introducción.

La Educación Superior en Ecuador, a partir de la Constitución del 2008, ha vivido importantes acontecimientos, los cuales han servido para optimizar los recursos con los que cuentan las Instituciones de Educación Superior -IES y a su vez, para alcanzar los planes del Ejecutivo a nivel gubernamental. Se inscribe en el Registro Oficial el Suplemento 298, el 12 de octubre del 2010, la denominada Ley Orgánica de Educación Superior- LOES dando inicio a la transformación de la educación superior en el país.

En los últimos años a nivel de América Latina y en Ecuador se han producido importantes cambios referentes a la Administración Pública, debido a los altos índices de corrupción, ineficiencia, ineficacia, y el uso indecoroso de los recursos del Estado. En este contexto, el presente trabajo se centra en un análisis de las diversas actuaciones y reformas llevadas a cabo dentro de la formación técnica y tecnológica (FTT), en la educación superior ecuatoriana, con políticas encaminadas a satisfacer las necesidades de la ciudadanía y el cumplimiento de los objetivos nacionales de desarrollo que se plasmaron en el Plan Nacional Toda una vida.

Para dar cuenta de este proceso, necesariamente debemos remitirnos a la parte teórica relacionada con el neoweberianismo y la nueva gestión pública, que son planteamientos teóricos que en el Ecuador se han adoptado dentro de las Reformas Constitucionales. Estas reformas surgieron en el contexto del modelo neoliberal, que a través de las recetas del Consenso de Washington, se iniciaran cambios de ajuste fiscal, reducción del tamaño del Estado, se impulsó la privatización, y la apertura comercial, sin embargo, estas modificaciones no dotaron al Estado de capacidades administrativas que permitan la implementación de una Nueva Gestión Pública-NGP, y en casos como el Ecuador, se profundizaron los niveles de desigualdad e inequidad, asentando las brechas entre pobres y ricos (Bresser L. 2011).

La principal hipótesis de trabajo es que los modelos de gestión pública, en el Ecuador han sido difusos dentro de las instituciones públicas, no permitiendo

alcanzar un Gobierno eficiente y eficaz, además no se ha podido desarraigar la corrupción presente en las instituciones públicas, así como la insatisfacción de la ciudadanía por la calidad de los servicios públicos recibidos, en especial en las IES públicas.

Es de tal forma que este artículo se dirige al análisis teórico del neoweberianismo como un modelo caduco, proteccionista (tradicional de sustitución de importaciones), que busca el desarrollo de la industria mediante la intervención del Estado; y por un sobreendeudamiento externo y el surgimiento de la NGP, modelo que recoge varios principios del modelo gerencial del sector privado, buscando cambiar el modelo burocrático weberiano del Estado (Arellano, 2004).

Posteriormente, nos adentramos en el análisis de los principales desafíos de la formación técnica y tecnológica, a través de la revisión de sus principales variables que afectan o atañen la educación superior pública, partiendo de los marcos institucionales y legales vigentes. No abordamos en detalle cada medida de política pública, sino más bien nos interesa mayormente su carácter o contenido. En la parte final de este artículo se presentan las conclusiones del estudio, específicamente lo relacionado con perspectivas del tema de la Formación Técnica y Tecnológica en el Ecuador, en cuanto a lecciones aprendidas que podrían servir de referentes para otras experiencias en materia de políticas públicas.

Dentro de los principales logros o avances que ha podido evidenciar la Formación Técnica y Tecnológica en el Ecuador son:

- Inclusión en la LOES
- Inclusión en el Plan Nacional de Desarrollo
- Reglamento de la Educación Superior de la FTT
- Plan de Revalorización de la FTT
- Plan de Educación y Formación Técnica Profesional
- Autoridades nombradas por concurso público
- Incremento de la matrícula ISTT Públicos
- Incremento de la oferta académica

La inclusión de la FTT, en la LOES del 2018, permite que los títulos de técnicos superiores o de tecnólogos sean reconocidos como títulos de tercer nivel, además de incluir un subsistema propio de la formación técnica y tecnológica que permita el desarrollo y la revalorización del mismo en el ámbito social.

La inclusión en el Plan Nacional de Desarrollo, permite que la FTT sea una de las políticas públicas priorizadas por el gobierno de turno, y facilite el desembolso ágil de recursos con el fin de garantizar una educación superior de calidad.

El Reglamento de la Educación Superior de la FTT, aprobado por el CES, permite que las IES puedan trabajar en el fortalecimiento Institucional, enfocán-



dose en brindar una educación superior de calidad y pertinente con las necesidades socio productivas del país.

El Plan de Educación y Formación Técnico Profesional, se enmarca en la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, declarado política pública del gobierno ecuatoriano que garantiza una educación de calidad e inclusiva para todos, además, de la articulación de la educación y formación técnica formal, no formal e informal.

En el año 2017, el órgano rector de la política pública en el ámbito de la educación superior, llevo a cabo el concurso de mérito y oposición para rectores y vicerrectores de los institutos superiores públicos, permitiendo garantizar una estabilidad en la gestión de las IES públicas del país y lograr consigo el cumplimiento de diferentes objetivos y metas trazadas por el gobierno nacional.

En los últimos años, se ha podido evidenciar un aumento paulatino en la matrícula de los Institutos de Educación Superior públicos, rescatando la gratuidad de la educación superior y ofreciendo una nueva opción de formación para los bachilleres de la República del Ecuador.

Finalmente, es importante resaltar el incremento en la oferta académica de los diferentes institutos superiores públicos, con el fin de dar nuevas y pertinentes opciones para los bachilleres en función de las verdaderas necesidades del mercado laboral.

Dentro de los principales retos o desafíos latentes de la Formación Técnica y Tecnológica en el Ecuador son:

- Gobernanza (Autonomía)
- Articulación entre la educación técnica y la FTT
- Articulación entre la industria y la FTT
- Calidad y garantías de calidad (RMU/TICS/Infraestructura/currículo)
- Status

La gobernanza, permitirá que el modelo de gestión que busca alcanzar la eficiencia y eficacia de las políticas públicas, así como el impacto de los resultados en la sociedad. Permite una gestión más ágil, sin mucho entramado burocrático que lo único que hace es entorpecer la gestión institucional, permitiendo de mejor manera enfrentar a la IES con factores negativos y también positivos, en épocas donde el Estado mantenía poder y control de varias situaciones, en el afán de mantener la estructura y conllevar un bienestar que se encontraba casi invisible; producto de la crisis, el rol protecciónista que mantenían los Estado para aquellos inicios, incitó a buscar nuevos medios que canalizaran mejoras en la sociedad (Arrellano, 2004).

Permitiendo que los Institutos optimicen los recur-

sos (productividad), mejorando la asignación y uso de los recursos en función de los resultados, puedan innovar, fortalecer los recursos tecnológicos, información y comunicación, además de transparentar la gestión, rendición de cuentas y participación ciudadana en el control de los recursos públicos, con el fin de garantizar la calidad en la prestación de servicios de la FTT.

La articulación entre la educación técnica y la FTT, permitirá que los bachilleres técnicos que es un gran porcentaje de la población estudiantil, pueda continuar con sus estudios superiores y de esta forma dar una continuidad a la formación profesional técnica, respondiendo a las necesidades reales de la ciudadanía, la cual se muestra aun crítica e inconforme con el modelo único del BGU.

La articulación entre la industria y la FTT, permitirá que el modelo burocrático weberiano actual (centralizado, gestión orientada hacia dentro, ausencia de procesos de evaluación y mejora continua, uso ineficiente de los recursos), se convierta en un modelo caduco ya que el Estado demanda respuestas mediante bienes y servicios de calidad, que generen un impacto social que cambie las condiciones precarias de vida de la población (CLAD, 1998). Es ahí donde surge la necesidad de implantar una NGP orientada a una Administración Pública descentralizada y desconcentrada que permita acercar la industria con la FTT y la ciudadanía y con ello responder de manera efectiva y ágil a las demandas sociales locales, implementación de técnicas de evaluación y mejora continua, transparencia de la gestión, participación ciudadana en los espacios de toma de decisiones y planificación, gestión agregadora de valor, que incluya principios de eficacia, eficiencia, efectividad, calidad, productividad, integridad, transparencia, tecnologías de la información y conocimiento (CLAD, 2008).

La calidad curricular y del entorno de aprendizaje, garantizará un modelo de gestión orientado a la búsqueda de la eficiencia, eficacia y resultados que brinden servicios de calidad a los ciudadanos haciendo efectivo el goce de sus derechos, sin perjuicio de las condiciones económicas y políticas de los involucrados. Propendiendo alcanzar verdaderos resultados con huella social, participación ciudadana y democracia, para contribuir indirectamente a descentralizar objetivos y responsabilidades con el fin ulterior de llegar a evaluar el desempeño de quienes ejercen la FTT.

Finalmente, es indispensable revalorizar la formación técnica y tecnológica, se convierta en una opción real y formal de formación y eliminar la discriminación de la población que opta por este tipo de formación más especializada y enfocada en el saber hacer en la sociedad mejorando el status, o el reconocimiento social de los mismos por la sociedad en general.

Para que su revalorización sea exitosa, debe ser

flexible, permitir cambios y reformulaciones; además contar con un compromiso y gestión del cambio, apoyo y compromiso político, iniciativa y compromiso del nivel directivo, tiempo, adaptación al entorno, visión global, implementación en territorio, desarrollo equilibrado y sostenido, análisis y uso de la información, capacitación, aprendizaje, planes por resultados.

## 2. El neoweberianismo y la nueva gestión pública

Para 1916 Henry Fayol enfoca su análisis a la estructura de la administración como el conjunto de actividades que fuerza a las empresas en cinco funciones básicas: producción, ventas, finanzas, personal y seguridad con autonomía propia. Este modelo es aplicado por Max Weber, a las organizaciones del sector público y sustentado en una estructura organizacional jerárquica y vertical con departamentos y personal dividido por la especialización de funciones, fue denominado como modelo burocrático.

El modelo empresarial basado en la división del trabajo funcionó mientras las empresas tenían la potestad de manipular el mercado, escenario en el cual el cliente se limitaba a consumir lo que el mercado le ofrecía sin tener opción de elegir. No obstante, durante los años posteriores a la segunda guerra mundial, los principales países como Gran Bretaña, Francia y Estados Unidos, reconocieron la importancia de estabilizar los tipos de cambio para fomentar el comercio internacional (Weber, 2006).

Esta apertura del mercado mundial condujo a los países y empresas a desarrollar formas de producción de bienes y servicios enfocadas a satisfacer las necesidades y gustos de los clientes. Además al existir un tipo de cambio fijo ya fue imposible para las empresas manipular los precios, por lo tanto la forma de optimizar los costos de producción constituyó un reto importante.

En cuanto al papel del Estado como un productor de bienes y servicios públicos, se puede anotar que en América Latina, las desigualdades de la renta en la sociedad del siglo XIX y parte del siglo XX provocaron que a partir de los años 50 del último siglo se aplique una política pública de protecciónismo a través de la industrialización dirigida por el Estado, es decir su intervención intentando enmendar los fallos del mercado. La intervención del Estado también implicó la implementación del modelo de gestión burocrático planteado por Weber.

El neoweberianismo viene de la concepción neomarxista, su característica en los procesos sociales son: tensiones, diferencias y contradicciones. Por tanto se reconoce que dentro de las profesiones hay conflictos e intereses, cada una lucha por una identidad propia, por profesionalizarse, por ser reconocida y con poder.

Ni el Estado intervencionista ni el neoliberal ayudaron a desarrollar una Administración Pública orientada a satisfacer la demanda ciudadana. De ahí la necesidad de desarrollar una Nueva Gestión Pública, basado en la lógica gerencial, basada principalmente en la optimización del gasto público, la mejora de la productividad de bienes y servicio públicos, y en el perfeccionamiento del desempeño de los servidores públicos (Prats C., 1998). La Nueva Gestión Pública plantea reemplazar el modelo burocrático basado en la planificación, la centralización y el control directo, por una gerencia pública basada en una racionalidad económica que busca eficiencia y eficacia (Rhodes, 2014).

Bajo estos preceptos la Nueva Gestión Pública, ha sido implementada por la mayoría de países de América Latina. Cabe destacar que este tipo de modelo parte de la evolución del modelo de gestión burocrático tradicional; esto como respuesta a la crisis del Estado que busca romper con los paradigmas burocráticos, pasando de una administración del Estado interna (de oferta) a una administración externa y participativa (de demanda) (Marchan, 2011).

Adicionalmente, en el modelo burocrático tradicional las Instituciones de Educación Superior (IES), estaban enfocadas en las necesidades internas, el rol, las funciones y responsabilidades de sus servidores, no se consideraba la opinión de los usuarios, por lo que no se atendían las remandas reales de los ciudadanos (BID: 2010).

El nuevo modelo de gestión busca orientar a las IES públicas, hacia los resultados, para lo cual introduce algunas reformas estructurales en la gestión como son la medición, evaluación e impacto de los resultados, participación ciudadana y transparencia, calidad, cantidad y oportunidad en la entrega de los bienes y servicios. La gestión para resultados entonces plantea un nuevo papel del órgano rector de la política pública de educación superior, el cual estaría llamado a mejorar la eficiencia, eficacia y calidad de la formación técnica y tecnológica; y optimizar el desempeño de los docentes y servidores públicos para el logro de resultados que satisfagan las necesidades de la ciudadanía (Thorp, 1998).

Existe un proceso de reforma y de fortalecimiento de la FTT que busca mejorar la gestión institucional: desde finales de la década anterior, y con mayor énfasis a partir de 2015, la mayoría de los países han emprendido cambios institucionales que apuntan a una educación superior orientada a resultados. En general, el espíritu de estas innovaciones es estimular la eficiencia y la eficacia de la FTT, promover la transparencia de la gestión de los recursos y estimular la participación de la comunidad académica en las políticas públicas. No obstante, todavía se observa una gran distancia entre los marcos legales e institucionales existentes en los países y su imple-



mentación práctica, pues aún no se han efectuado muchos de los cambios previstos en las nuevas normas (BID, 2018).

Es importante señalar que desde un punto de vista semántico, el resultado es el efecto y consecuencia de cualquier acción. Así, el resultado de un ajuste presupuestario será el grado de aproximación que se alcance entre ingresos y gastos. En un plan de reducción de personal, será la disminución que se consiga en el número de empleados. En la gestión, tanto pública como privada, toda acción realizada en cualquier nivel y sobre cualquier situación o factor, produce un resultado. Este modelo toma en cuenta esta premisa en la medida en que busca que las acciones públicas logren un buen o el mejor resultado (CLAD, 2007).

Con esto se define que este tipo de políticas públicas conlleva a tomar decisiones sobre una base de información confiable acerca de los efectos que la acción gubernamental tiene en la sociedad (BID, 2010). Este tipo de estrategias dentro de la educación superior busca mejorar la eficiencia y eficacia de las políticas públicas, orientando sus esfuerzos hacia los resultados de la gestión de las diferentes IES, tomando en cuenta los distintos elementos del ciclo de gestión (planificación, presupuesto, gestión financiera, gestión de proyectos, monitoreo y evaluación) para que el gobierno logre los resultados esperados.

Para la implementación del modelo es necesario que se cumplan los siguientes requerimientos:

- Democracia
- Entorno institucional estable
- Seguridad jurídica
- Control social
- Cultura de valor público
- Estabilidad institucional
- Reconocimiento de la función de gestión
- Reconocimiento y aceptación del modelo
- Valores institucionales y profesionales
- Sistemas de sanciones e incentivos
- Disponibilidad y uso de la información
- Desarrollo sostenido

La implementación del modelo de gestión, conlleva un cambio fundamental en las maneras de pensar, actuar y administrar del sector público en especial de las IES públicas. La naturaleza integradora de todo el ciclo de la gestión que aporta este instrumento afecta a todas las instituciones en todos sus niveles, y transforma la cultura de las organizaciones. (CLAD: 2007).

### 3. Desafíos de la formación técnica y tecnológica

El mundo está cambiando apresuradamente de la mano de:

- Sociedades del Conocimiento
- Tecnología

- Globalización
- Participación en redes sociales

Los objetivos formativos de la FTT deben estar enmarcados en los enfoques desde las perspectivas académicas, profesional y personal de las personas que optan por este tipo de formación.

La formación técnica y tecnológica en el siglo XXI debe estar enmarcada en generar en los estudiantes competencias en fusión de los diferentes campos de la formación: hacer, ser, conocer y el ser en el mundo. El hacer es importante, ya que formamos empresarios que tengan iniciativa, creatividad y visión de futuro.

El ser es importante, ya que permite desarrollar el sentido humanista de los estudiantes resaltando los valores, la reflexión y principalmente el contacto humano.

El Conocer es importante, ya que permite que el estudiante desarrolle sus habilidades técnicas que le permitan al mercado desarrollarse de forma polivalente, con conocimiento científico y técnico, teniendo presente la conceptualización y la metodología de los diferentes procesos que lleva la industria.

El Ser en el mundo es importante, ya que permite en el estudiante desarrollar un criterio global que le permita la adaptación a los diferentes cambios tecnológicos, la movilidad del conocimiento en el mundo y la solidaridad de compartir los mismos con el único fin de seguir enriqueciendo su conocimiento.

Al querer conceptualizar el término competencia, la literatura nos puede proporcionar muchos de ello, pero que se entiende en si por competencia al conjunto de conocimientos, saber hacer, habilidades y aptitudes que permiten a los profesionales desempeñar y desarrollar estudios de trabajo en los niveles requeridos para el empleo, o como lo resalta Rial (2000) la capacidad individual para emprender actividades que requieran planificación, ejecución y control autónomo.

### La Sociedades del Conocimiento

En la actualidad estamos presenciando un desacople entre la industria y la FTT que genera diferente tipo de brechas, las mismas que no son cubiertas por la oferta académica que presentan las diferentes IES dentro de las dos convocatorias anuales del sistema de educación superior.

La FTT a través de un título certifica el conocimiento entregado, pero no necesariamente la capacidad de aplicación o utilidad del mismo, la industria requiere de profesionales capaces y competentes.

Dentro de las competencias que se requiere en el siglo XXI, se puede resaltar:

### Manera de pensar

- Creatividad e innovación,
- Pensamiento crítico, resolución de problemas y toma de decisiones

### Manera de Trabajar

- Comunicación
- Colaboración y trabajo en equipo

### Herramientas de Trabajo

- Alfabetización informacional
- Alfabetización Digital

### Vivir en el Mundo

- Ciudadanía, local y global
- Responsabilidad personal y social.

### La Tecnología

En la actualidad, estamos viviendo diferentes olas tecnológicas pero es importante realizarnos las siguientes preguntas:

Sabemos muy bien enseñar: “lo que es la tecnología”

¿Enseñamos el uso y la aplicación de la tecnología...?

¿Enseñamos a adaptarse a las nuevas tecnologías...?

¿Enseñamos a agregar valor a las empresas donde participamos...?

El impacto de las tecnologías de la información y comunicación (TICs) en el desarrollo científico y técnico de la sociedad; Las necesidades de información; Las tecnologías se convierten en herramientas: nuevas estrategias, nuevos productos y servicios de información.

El reto de las tecnologías en la actualidad es que cambie el rol del docente dentro de las aulas, que pase de ser un orador a ser un facilitador del conocimiento, el nuevo rol del estudiante que deje de ser un sujeto pasivo sino pase a ser un agente activo, creativo, abierto al cambio comprometido con la excelencia y la ética profesional.

### La Globalización

En el caso de América Latina y el Caribe (ALC) los países emprendieron un proceso de reforma del Estado provocado básicamente debido al agotamiento del modelo de sustitución de importaciones, imperante desde los años cincuenta, que impulsó el desarrollo de la capacidad industrial de los países mediante la intervención estatal y la crisis de la deuda externa que impactó gravemente la economía de la región.

Dentro de las principales tendencias en la actuali-

dad tenemos la privatización de la FTT pública, la misma que a través de un proceso de degeneración y desprecio de la formación pública, acciones neoliberales hacen que se disminuya el accionar e impacto de la formación pública.

Las reformas producidas en el contexto del surgimiento del modelo neoliberal y de los cambios que experimentaban los Estados de los países desarrollados, priorizando la dimensión financiera de la crisis e iniciando cambios orientados al ajuste fiscal, la reducción del Estado y la apertura comercial.

El desarrollo de nuevas concepciones de la FTT permiten que el estudiante sea visto o considerado como un profesional especializado en el campo de formación, el mismo que está en la capacidad de resolver problemas en el campo laboral.

El desarrollo de nuevas tecnologías permite que todos los miembros de la comunidad académica se involucren y sean actores importantes en la generación de conocimiento y el mismo pueda ser aplicado o incidir en la política pública local y nacional.

Como se lo mencionó anteriormente la globalización permite demandar un nuevo rol del maestro y estudiante, en un trabajo de doble vía en el que el maestro se convierta en un verdadero facilitador del conocimiento y el estudiante en ese verdadero agente activo que demanda conocimiento mismo que lo comparte y lo redistribuye en la sociedad.

El Acceso a la información ha dado un cambio sustancial en la generación de conocimiento y la formación formal permitiendo a los involucrados acceder de cualquier parte a las diferentes bibliotecas o repositorios digitales a nivel global, coadyuvando en la colonización cultural insertando en la psique de muchos estudiantes estereotipos extranjeros o costumbres diferentes a las que se desarrolla en el ámbito local.

Finalmente, la globalización, ha permitido que día a día se vayan generando nuevas carreras profesionales, en función de los diferentes avances tecnológicos y diferentes necesidades de la ciudadanía y el mercado en general.

### La Participación en redes sociales

Las redes sociales o social media se ha vuelto una parte integral de nuestras vidas, quienes sienten más sus efectos probablemente son los estudiantes, actualmente el 96% de los estudiantes usan Facebook, lo que no queda claro es que si este impacto es positivo o negativo.

Los estudiantes y docentes se actualizan gracias a las noticias en las redes, gran parte de la información de las redes sociales no es contrastada o verídica y se presta para la interpretación del público, lo



que permite generar una ciudadanía selectiva frente a tanta información.

La participación en redes sociales pueden generar factores positivos como reconocimiento institucional, pero también factores negativos o crisis Institucionales, a través de contenido sensacionalista vulnerable para toda la comunidad académica.

Las redes sociales en la actualidad se han convertido en los principales medios de comunicación por el público que se involucra que está en uso común de las nuevas tecnologías, además de convertirse en un canal directo de Información que permite a la comunidad académica estar involucrada e inmersa dentro de los diferentes eventos y acontecimientos que desarrolla el instituto en tiempo real o just in time.

El giro que toma el Estado es trascendental para un correcto desarrollo, ya que cambia del riguroso control de los procesos a un control de los resultados. Así, en alineación con las políticas que propendan al bienestar y mejoras continuas, se busca dar los resultados esperados a una ciudadanía que cada vez solicita un mejor uso de sus tributos fiscales, traducidos en una provisión de servicios eficientes y oportunos: no con esto deja de ser importante el cómo se hace, pero si se prioriza el que se haga.

Se evidencia una lógica burocrática enraizada en la mayoría de Instituciones públicas del Estado, ya que es visible que aún son los políticos quienes definen la política pública: quienes la ejecutan son la burocracia, la controla -muy escasamente- la Asamblea Nacional, y en última instancia la ciudadanía administra dicha política pública. Si aplicáramos en su totalidad el Modelo, el ciudadano sería protagonista en la formulación, ejecución y evaluación de la política pública.

Para la implementación del Modelo en el Ecuador se requiere analizar los requerimientos básicos de la democracia, en un régimen constitucional con las funciones del Estado.

- El entorno institucional estable.- a partir del 2005 se ha sentido un retorno a la democracia y a la estabilidad institucional, aunque aún hay muchas variaciones, pero cada vez son menores.
- La seguridad jurídica.- aquella que se garantiza con la expedición normativa que cada vez tenga menos cambios, reformas, y que no deje vacíos legales.
- El control social.- constituye el quinto poder del Estado, así como todo un sistema que promueve la Participación Ciudadana.
- La cultura de valor público.- quizás en este campo no se ha avanzado significativamente, debido a que

la idiosincrasia local no contempla que el dinero público le pertenece a los ciudadanos en general, y por lo tanto hay corresponsabilidad en su gestión y administración del bien público.

• El reconocimiento de la función de gestión.- aunque hay muchas instituciones públicas que ya han logrado implementar procesos de gestión institucional, la mayoría de ellas quizás persiguen el camino de retorno, debido a la equivocada decisión en el uso del modelo de gestión -a pesar de las directrices claras de mediano y largo plazo que traza el Plan Nacional Toda una Vida.

• El reconocimiento y aceptación del modelo.- no todas las instituciones del Gobierno Central tienen la firme convicción que este modelo es exitoso; consecuentemente, tienden a disfrazar los resultados y su manejo con otras herramientas que no se ajustan a las directrices nacionales.

• Los valores institucionales y profesionales.- la ética en la actualidad es el valor más cuestionado, y será con justa razón lo que menos se ha logrado en el actual proyecto político; no se demuestra transparencia y cero corrupción en su gestión, al contrario, se tiene la percepción de que existe más corrupción y mayor número de involucrados que en administraciones anteriores, durante las cuales unos pocos se llevaban todo.

• El sistema de sanciones e incentivos.- si bien existen sanciones en la actualidad, no se aplican en la Administración Pública, ya que no ha logrado ser materializada y por lo tanto aunque existen buenas iniciativas de incentivos, estas no llegan o no se cumplen en la actualidad.

Además de lo analizado, en el Ecuador se debe desarrollar un sistema de monitoreo y evaluación que le permita visibilizar si en realidad existe un avance en la FTT. Otro factor indispensable es el incremento del gasto público, el cual ha crecido a cifras que no soporta la economía ecuatoriana y no se puede evaluar su eficiencia, eficacia y calidad.

#### 4. Conclusiones:

El órgano rector de la política pública de educación superior, debe tener un plan estratégico, participativo y operativo. Debe tener una Planificación Estratégica, que le permita responder a la pregunta A dónde queremos ir, partiendo de una visión clara del futuro por lo menos a mediano plazo, y planteando objetivos. La situación de estanflación (recesión e inflación) de la economía latinoamericana y del Ecuador, sumada a la crisis de la deuda pública de América Latina a comienzos de la década de 1980, lleva a configurar una reacción en contra del papel del Estado en el desarrollo.

El órgano rector es responsable de lograr que los

recursos invertidos en las reformas de la formación técnica y tecnológica sean implementados de forma efectiva y eficiente, garantizando que los diferentes indicadores tales como: calidad, pertinencia, infraestructura, tecnología, currículo y talento humano, sean redistribuidos y considerados de forma equitativa a lo largo de todo el territorio ecuatoriano.

Los indicadores son claves para medir resultados: no sólo porque sin indicadores no se puede apreciar desviaciones respecto al logro deseado, sino también porque no se podría observar si la dirección seguida es la adecuada. Sin embargo, no se trata de tener múltiples indicadores, sino de precisar cuáles son los necesarios con el fin de garantizar una educación superior de calidad y con pertinencia con las necesidades del sector socio productivo del país.

Lo que queda de todo el proceso de implementación de las políticas públicas en el Ecuador, es de consolidar un modelo de calidad que funcione articuladamente y que tenga como foco el desarrollo de las y los estudiantes y la pertinencia del sistema de formación técnica y tecnológica. En definitiva, el Ecuador ha manifestado avances en las diferentes reformas de la FTT. Sin embargo, esto no es suficiente, por lo que aún atravesamos una fase inicial de implementación de este modelo.

Es claro que las diferentes reformas de la FTT han fortalecido la educación superior en el Ecuador. No obstante, se hace preciso reforzar la participación ciudadana y transparencia de la gestión, en base no sólo al acceso virtual, sino también con la formación de veedurías ciudadanas con más ahínco de realizar sus labores. Si bien la participación ciudadana es reconocida en la actual Constitución del Ecuador y leyes, ésta no es ejercida en su totalidad, lo que ocasiona un debilitamiento en la Gestión de las instituciones. Además, requiere instalar capacidades en todos los niveles del sistema de la Formación técnica y tecnológica, en particular en todos los Institutos Públicos, permitiendo mayor aceptabilidad y sostenibilidad en la política pública.

El Ecuador debería concentrar sus esfuerzos en desarrollar un sistema de monitoreo y evaluación, que le permita identificar si los objetivos y las metas del plan de gobierno se están alcanzando o no. Paralelamente, analizar la calidad del gasto público y medir el impacto social y mejorar sus políticas e instrumentos de disciplina fiscal. Adicionalmente, es crucial avanzar en la consolidación de un presupuesto por resultados, en el control y seguimiento a través de indicadores que midan la calidad, e impacto social que generan las políticas públicas. Se debería estandarizar todos los procesos administrativos de todas las instituciones, evitando a la vez procesos engorrosos e innecesarios. Es recomendable el fortalecer y ampliar el Gobierno Electrónico en todas las instituciones del Estado, y crear una

cultura de transparencia, acceso a la información, participación ciudadana y uso de TICs (Uña, 2010).

Como ya se ha dicho, la gestión de las políticas públicas debe dar un giro y pasar de ser de una forma vertical y atomizada a una forma de gestión horizontal y colaborativa que persiga una verdadera transformación de los servicios públicos que proporciona el Estado, facilitando a los involucrados (servidor público) capacidad de análisis, alternativas y la toma de decisiones para que los productos o servicios sean accesibles de forma equitativa, para propender al cumplimiento de los objetivos planteados en el Plan toda una Vida.

Bajo estas condiciones, es imperante implementar dentro de las diferentes IES la disciplina y la responsabilidad, con el fin de que todos los miembros de la comunidad académica estén involucrados y sean partícipes activos en la trasformación de la educación superior del país. Aun así, los esfuerzos son válidos ya que están encaminados a conseguir la eficiencia y eficacia de los servicios públicos en favor de todos los ciudadanos.

La adopción de cualquier modelo, cuando se estructura y se proyecta metas reales y alcanzables, trae consigo perspectivas y cambios positivos. Este ideal se percibe en el Ecuador: muchas situaciones en el campo productivo, financiero, entre otros han cambiado y transformados vidas, instituciones, objetivos, misiones, visiones. Se debe complementar la formación de conocimientos con el desarrollo de competencias que permitan aplicarlo.

Finalmente, el modelo de Gestión que adoptaron las diferentes Instituciones de Educación Superior en el Ecuador, no fue lo que realmente se requería, pero sí nos canaliza a seguir innovando y mejorando, con miras a cumplir con el designio del sistema completo. Se requiere de académicos que entiendan, valoren y respeten las dinámicas de la industria, acompañados de un conocimiento práctico de sus procesos, pero además se requiere de una industria que respete, valore y esté dispuesta a trabajar con la academia. Es vital mantener una sinergia con las políticas públicas que proporcionen bienestar a la sociedad, naturaleza, medio ambiente y todo lo que nos rodea, logrando una verdadera convivencia sustentable y armónica, tal como lo establece la Constitución de la República del Ecuador del 2008.



## BIBLIOGRAFÍA:

- Arellano David. (2004). La nueva gestión pública: ¿Dónde está lo nuevo? Bases para el debate de la reforma administrativa. David Arellano (editor), Más allá de la reinención del gobierno: fundamentos de la nueva gestión pública y presupuestos por resultados en América Latina, México, Centro de Investigación y Docencia Académica (CIDE).
- Banco Interamericano de Desarrollo-BID, (2010). La gestión para resultados en el desarrollo: avances y desafíos en América Latina y el Caribe, BID.
- Banco Interamericano de Desarrollo-BID/CLAD, (2018). Modelo Abierto de Gestión para Resultados en el Sector Público, BID/CLAD.
- Bresser Luiz. (2011). La reforma del Estado en los años noventa: lógica y mecanismos de control, en Jefatura de Gabinete de Ministros. Presidencia de la Nación Argentina, Lecturas sobre el Estado y las Políticas Públicas. Retomando el debate de ayer para fortalecer el de hoy, Buenos Aires, Proyecto de Modernización del Estado, pags. 259 a 281.
- Carlos Marchan, (2011). Modelo de Gestión y Organización por Procesos, Ecuador, IAEN.
- Consejo Latinoamericano de Administración para el Desarrollo -CLAD (1998). Una Nueva Gestión Pública para América Latina, CLAD.
- Consejo Latinoamericano de Administración para el Desarrollo -CLAD (2008). Carta Iberoamericana de Calidad en la Gestión Pública, CLAD.
- Prats Joan i Catalá. (1998). Administración Pública y desarrollo en América Latina. Un enfoque neoconstitucionalista, Revista Reforma y Democracia, Caracas, Consejo Latinoamericano de Administración para el Desarrollo (CLAD), Número 11, junio de 1998, pags. 1 a 22.
- Rhodes, R.A.W. (2014). Recovering the craft of public administration in network governance, IPSA, Montreal 2014.
- Thorp Rosemary. (1998). Crecimiento mediante deuda, desastre y reorientación después de 1973, Progreso, Pobreza y exclusión. Una Historia Económica de América Latina en el siglo XX, Washington, Banco Interamericano de Desarrollo, capítulo 7.
- Uña Gerardo. (2010). «Gestión por Resultados y Presupuesto Basado en Resultados ¿son sinónimos?; Sistemas de gestión que generan Presupuesto Basado en Resultados: Principales definiciones conceptuales; Sistemas de gestión que generan las bases técnicas para implementar el Presupuesto Basado en Resultados», en Gerardo Uña, El Presupuesto Basado en Resultados. Administración Financiera, Santiago de Chile, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES)-Comisión Económica para América Latina (CEPAL), pags. 6 a 11; y 20 a 23.
- Weber Max (2006). La dominación legal con un aparato administrativo de carácter burocrático, Max Weber, Sociología del Poder. Madrid, Alianza Editorial.

**Línea de investigación:**  
**PATRIMONIO , TURISMO Y EDUCACIÓN**

Construcción del Pensamiento Crítico

CARMEN ALICIA MONCAYO NOROÑA

**Departamento/Facultad/Escuela**  
YAVIRAC ENGLISH CENTER**Universidad/Instituto**  
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO  
YAVIRACcmoncayo@yavirac.edu.ec  
carmoncayo1@gmail.com**Resumen**

Transitar por la vida es un tapiz de colores, texturas y lenguajes del claroscuro de matices de luz y oscuridad que nos habla de momentos: día y noche, de nuestra capacidad interpretativa y enfoque de aquello que es esencial para enfrentar la vida. La necesidad de logro de un aprendizaje significativo es imprescindible en el entendimiento de que éste atraviese el umbral de lo básico, extienda y despliegue sus alas hacia el éxito bien entendido cual es el formar parte de un mundo competitivo donde las destrezas tales como la toma de decisiones, la solución de problemas, la construcción colaborativa y trabajo sean parte de la naturaleza del día a día. Es así que surge la necesidad imperante de la generación de pensamiento crítico, evidenciada en la intensa búsqueda inquisitiva revertida en investigación y en la elocuencia de la expresión de ideas y sentimientos. Este juego intrincado que nos enriquece, es un ejercicio diario de comparación, evaluación, justificación que da lugar al entendimiento. El blanco meta al que apunta el aprendizaje es una transformación integral que provoque avidez y produzca el conocimiento necesario para comprender que el aprendizaje nunca termina, el aprendizaje es una cualidad humana primordial para la existencia. La presente es una invitación a la reflexión y busca exponer la importancia del arte en la urdimbre de fibras que entrelacen el poder del aprendizaje.

*Palabras Claves: aprendizaje significativo, arte, expresión, investigación, conocimiento, pensamiento crítico.*

**Abstract**

Our journey through life results in a colorful tapestry, full of textures and languages of chiaroscuro hues of light and shades that speak of moments: day and night, and of our interpretive performance ability to focus in that which is essential to face life. The need of achieving a purposeful learning thus results crucial in the understanding that it should go beyond the threshold of basics, extending and spreading its wings towards well-understood success that is to say, being part of a competitive world where skills such as decision making, problem solving, collaborative construction, and work become part of our day to day life. The imperative need of generating critical thinking arises, evidenced in the intense inquisitive search reverted in research and in the eloquence of expressing ideas and feelings. The intricacy of this game enriches us, it is indeed a daily exercise of comparing, evaluating, justifying that gives place to understanding. The final target aimed by learning is a holistic transformation that unleashes eagerness as it produces the necessary knowledge to comprehend learning is endless, learning is a human quality primal to existence. This is an invitation to reflect on seeking to expose the importance of art in the warp and weft by which fibers are interwoven in the power of learning.



*Keywords: purposeful learning, art, expression, research, knowledge, critical thinking.*

La convergencia de práctica sumada a la experiencia, observación y preguntas de búsqueda constante son las piezas inquietantes y dinámicas que construyen el rompecabezas del aprendizaje que llega al conocimiento.

El conocimiento es un proceso que ocurre en dos fases: La etapa del conocimiento sensible y la etapa de conocimiento lógico. La etapa sensible da lugar a la etapa del conocimiento lógico, naturalezas amalgamadas una en la otra.

La Concepción Realista afirma que para llegar a generar y constituir conocimiento científico es imprescindible tener contacto con la realidad.

La Concepción Empirista resulta ser la oposición de la concepción realista, y ésta afirma que “la práctica determina la verdad del conocimiento”. El empirismo depende de los sentidos y percepciones siendo ambos los datos que aportan una representación y reflejo de la imagen siendo la observación y experiencia el camino para llegar al conocimiento, sin embargo de ello se alcanza solamente el conocimiento sensible mismo que no llega a explicar aquello que va más allá de lo aparente y perceptible.

El Conocimiento Científico por el contrario busca el resolver, el por qué y el cómo de la realidad dentro del criterio efecto-causa para así llegar más allá de lo aparente: llegar a la estructura de la realidad. Esta resolución ocurre dentro de un marco matemático explicando todo fenómeno por las leyes de la ciencia física.

La historia nos relata una constante en el ser humano: la necesidad de descubrir, explorar, experimentar y recrear los fenómenos del mundo, del cosmos del que somos parte.

El conocimiento tal y como lo conocemos es el resultado de esta constante: cada fase y período de este proceso es en mi percepción el entender un bloque sobre el cual se va construyendo el conocimiento. Sin embargo, no es una construcción estática, muy por el contrario ésta es dinámica y flexible pues está en función del ser humano. A ésta se van sumando las contribuciones importantes de muchos estudios, de investigadores, científicos sin dejar de lado a las personas que enfrentan la cotidianidad.

La construcción del conocimiento requerirá siempre de valentía para no conformarse con lo establecido, sino más bien para cuestionarlo todo, sabiendo que no siempre se contará con apoyo, situación que ha de tomarse como signo positivo de gestionar nuevos momentos y procurar accionar cambios.

En este proceso de construcción es preciso estar atentos y no descartar el conocimiento sensible, éste debe ser parte del proceso para llegar al conocimiento científico.

Valorar la experiencia es primordial pues en ella se valida la eficacia de enfrentar la realidad. La experiencia es un cúmulo de conocimientos populares de amplia aceptación por su contenido verdadero y que por ello no han de ser descartados, más aún debe estudiarse la experiencia pues es un bloque fundamental en la construcción del discurso teórico del conocimiento. (Bedoya Madrid, 2005)

El motor de nuestra labor como educadores debe ser nuestra pasión por llegar al conocimiento y por lograr en los educandos una pasión aún mayor, enriqueciendo el proceso de aprendizaje con la experiencia, investigación científica conjugada magistralmente con el arte que se ha comprobado genera actividad intelectual que determina de manera importante el desarrollo del pensamiento crítico.

Promover la riqueza diversa y no la uniformidad  
El proceso de aprendizaje y el sistema educativo debe buscar de forma eficaz un desarrollo acorde con las aptitudes, necesidades, y realidades de cada grupo. Lo oportuno de esta consideración resultará en un proceso real que se proyecte hacia un respeto por la diversidad e individualidades, y que finalmente dé lugar a una sociedad respetuosa que aprenda a trabajar eficazmente partiendo de la diversidad.

A decir de Durkheim: “no todos estamos hechos para reflexionar; se necesitan hombres de sensación y de acción; por el contrario, se necesitan otros que tengan por tarea pensar.” (Lorenc, 2014), es una afirmación que debe tomarse con pinzas y profunda reflexión para no caer en malentendidos que redunden en la reproducción social de que es y ha sido objeto la educación. Siendo así, esta referencia hace alusión particular al centro mismo de esta reflexión y propuesta que es la de ir al rescate de la riqueza, atención, desarrollo, potencialización de las diferencias y fortalecimiento de la diversidad de capacidades.

### **El trabajo docente**

El trabajo del docente debe ser resultar de una verdadera pasión a ser inculcada en los estudiantes, una pasión que sea vivenciada y donde el educando tome parte activa con ávida necesidad por aprender y conocer. Sólo cuando existe un verdadero interés y pasión en el docente por la materia de estudio, habrá consecuentemente en los educandos un interés genuino por descubrirla.

### **El eros pedagógico semejanza de fuego**

La utilización de esta imagen es implacable, lo que se quiere ilustrar es que existe un carácter inacabable, intenso, constante, que se ha de no sólo mante-

ner, sino que debe constantemente renovarse y volver a inflamarse en el hecho educativo que llevamos a cabo día a día.

El proceso pedagógico debe siempre continuar y procurar llegar a su objetivo final cual es el lograr que el alumno continúe con este proceso de manera autónoma, y esta capacidad es una actividad que debe siempre incrementarse.

### **Las Sensaciones**

Las sensaciones son parte del proceso del conocimiento, no creo que en verdad podamos saltar o evitar ciertas fases, como tampoco creo que una u otra sea más o menos importante dentro de este proceso, todas las fases son bloques imprescindibles de este complejo y bello proceso.

La metáfora de la cera como en una tablilla es poéticamente bella como cierta, a decir de Platón "... en el alma de cera se graban las sensaciones." (Bedoya Madrid, 2005) Las sensaciones son recursos importantes en el proceso de conocimiento.

### **Aula Justa**

La justicia social debe ocurrir en el reconocimiento inicial de la importancia de la labor de cada individuo y por igual a fin de que la sociedad logre alcanzar plenitud. La labor de la educación debe estar centrada en la búsqueda y construcción del conocimiento

Nadie está en la posición de orientar a otros a ocupar un puesto acorde con determinado orden social ya que es una inevitable interferencia negativa en el destino de otros, una acción limitante realizada al azar pues al descartar a tal o cual persona o bien menospreciarla por una apreciación personal traerá consecuencias tanto a nivel individual como a nivel de sociedad.

En nuestro contexto debe implementarse de forma más concreta la educación individualizada integral donde se tome en consideración el ritmo, intereses, lo académico, artístico y práctico de cada educando.

A fin de alcanzar un mayor logro docente generando en los educandos pasión por el conocimiento, un amor por aprender, por buscar nuevas maneras de expresar y entender el mundo, es imprescindible que quienes hacen la planificación curricular, aprendan a escuchar la voz de sus actores esto es tanto de educandos, docentes y autoridades para crear programas de capacitación adecuados y reales. La importancia de las semillas del conocimiento previo y del medio adecuado para su fecundación.

Nuestro país posee una riqueza cultural importante y diversa, debe rescatarse la misma haciéndola parte del currículo. Es importante aprender del escuchar las historias de los individuos que hacen el hecho educativo, esto es de nuestros jóvenes y del

colectivo al que nos pertenecemos. Un medio es el enriquecimiento mediante el lenguaje.

Todo ello para que en la práctica la educación se ajuste a nuestra cultura, evitando ser ajena y distante, causando una peligrosa alienación.

### **Estrategias**

#### **1. Estrategia Metodológica que valora la individualidad.**

Creo que hay muchos métodos interesantes, pero en particular pienso que en rescate de una educación integral individualizada, equilibrada entre lo académico, artístico y práctico debería considerarse en Método Waldorf.

El Método Waldorf justamente hace esto y brinda especial apoyo pedagógico mediante la capacitación de los educadores en las diferentes áreas. El objetivo es crear un especial amor y motivación en los educandos por aprender.

#### **2. Estrategia para fomentar un adecuado trabajo del docente.**

Es imprescindible que los docentes nos consideremos primeramente como actores de esta misma aventura inacabable del aprendizaje, y que también contemos con el debido apoyo para seguir aprendiendo.

#### **3. Estrategia para crear un ambiente propicio para consolidar el conocimiento y aprendizaje a partir del conocimiento previo.**

En procura de una educación cuyo carácter incluya el conocimiento previo, es preciso tomar en cuenta la cultura y para ello una vez más debería haber diversidad en el cuerpo docente así como también en el pensum académico.

#### **4. Estrategia de utilización de sensaciones como recurso de aprendizaje.**

Es importante que como docentes sepamos cual es el valor de las sensaciones en el proceso del conocimiento y de la educación. Las sensaciones son también un aprendizaje, y un aprendizaje que representa en gran parte la esencia que nos hace mejores seres humanos.

Las sensaciones tienen un altísimo valor pues generan creatividad y consecuentemente visión y perspectivas nuevas. Al explorar mediante las sensaciones se promueve una forma única de involucrarse con el proceso de aprendizaje, de investigación, exploración y por ende de una educación de calidad.

El recurso de los sentidos ayuda a refinar el desarrollo cognitivo, social, emocional, físico, creativo y lingüístico.



## REALIDAD DE LAS NECESIDADES DE EDUCACIÓN EN LA ACTUALIDAD

Los estudiantes hoy por hoy necesitan ejercitarse la comparación, evaluación, justificación y comprensión profunda que les permita realizar inferencias. (Wheeler & Haertel, 1993) También se requiere una suerte de alfabetización en las capacidades de orden superior a fin de acceder tanto a oportunidades de estudios internacionales (Forster, 2004) referidas como de alfabetización de Lectura entendida como la habilidad de utilizar información de forma funcional, mediante la reflexión de textos alcanzando metas y logrando un desarrollo pleno de sus potencialidades para impactar a la sociedad como individuo.

Sus destrezas aritméticas y de cálculo se definen por la interpretación y aplicación de la información matemática conectándose de manera vasta con los roles de vida de forma versátil.

### Vorágine Ciencia

Mientras el vorágine avance de la ciencia es innegable como azaroso e incierto su fin, también es cierto que su tratamiento dentro del ámbito educativo resulta aún un desafío ya que no es asequible a un grupo amplio. Sin embargo de que la explicación puntual pareciera ser una opción que expedita este particular se ha confirmado que el beneficio de ampliar el contexto de aprendizaje mediante un contacto con la realidad del día a día, planta una perspectiva de mayor alcance que determinante para un verdadero desarrollo tanto personal como social. (Tyler & Lora, 2012)

### Transdisciplinariedad

Es así que un trabajo de transdisciplinariedad resulta eficaz como necesario en el favorecimiento del desarrollo pleno del ser humano. Explicado de manera sencilla es volver a un trabajo de equipo, colaborativo, integrador de conocimientos no solamente científicos sino extra-científicos y vivenciales, sumarse como proyecto total.

### Arte: vínculo insustituible

El arte vinculado a la educación y a la ciencia es imprescindible para lograr un desarrollo sostenido e integral.

La inspiración ocurre en la experimentación artística tanto del creador como del receptor de arte, permite una activa y profunda interacción. La inspiración artística ocurre e involucra conexiones de nivel cortical y cerebral profundas de las zonas límbicas y frontales que ubican a las emociones, motivación, apreciación estética, de dan lugar a la satisfacción y plenitud al momento de alcanzar logros.

Es en la corteza cerebral donde ocurren la percepción, la imaginación, el pensamiento, el juicio y la decisión, y los estudios demuestran que la información requiere de emociones para fijarse y dar lugar a

la aplicación de la misma. (Radnikow & Dirk, 2018)

Es la “educación”, mal entendida, la que ha enseñado una negación reiterada de las emociones, lo cual limita gravemente la naturaleza del ser humano y la riqueza de las ideas que se nutren de las mismas. (García, 2013)

En ausencia de la fuerza inspiradora que ocurre en la actividad creativa y artística que conjuga sensaciones, que son traducidas en emociones y fijadas en ideas innovadoras merma la motivación de aprendizaje, la capacidad de adaptación y por ende la capacidad de prosperidad.

La situación es desterrar el miedo del proceso de aprendizaje, y vincular a las artes con la ciencia puesto que la ciencia surge de un trabajo explosivo de creatividad y sin embargo el confrontar la vida desde un aspecto puramente científico es incompleto y atrofia las demás áreas de la vida, de sustancial importancia.

En un recorrido histórico de la humanidad encontramos elementos claves que cuentan de las vidas de aquellas culturas que nos precedieron mediante el arte pictórico, escultura, monumental, música, diseño de modas, gastronomía; todo cuanto nos permite conocer su modo de vida, organización política social, y que favorece el conocimiento de nuestra actualidad.

Los estudios demuestran que el arte valoriza ostensiblemente el desarrollo del pensamiento crítico como destreza ya que el arte nos entrena para mirar el mundo con detenimiento, para establecer una cercanía con el mundo que nos rodea, enriqueciéndonos.

El arte es complejo pues requiere de observación, involucramiento de sensaciones, emociones, sentimientos, generación de ideas y formas de plasmar todas en obras de arte haciendo uso de diferentes técnicas y medios.

Este es un proceso que favorece el análisis y la reflexión necesarios en el proceso de aprendizaje de los estudiantes en la construcción y adquisición de la destreza del pensamiento crítico.

### Factores de Aporte únicos del Arte

Existen numerosos beneficios que el arte adiciona a nuestras vidas, entre ellos:

### Niveles de Tolerancia y Empatía

Los estudiantes que han participado de experiencias creativas artísticas incrementan significativamente su nivel de tolerancia y empatía, debido a que la exposición de su arte es la extensión y alcance hacia la otredad, es mirarse en el otro, tocar las ideas de los otros y encontrarse en ellas, lo cual permite un

aprendizaje distinto al estructurado de forma convencional y limitada. Este aprendizaje obliga a salir de lo establecido, a salir fuera de una ensimismada visión de la vida, a mirar las diferencias y considerarlas encontrándose a sí mismos en ellas y extendiéndose hacia el futuro.

El arte es un formador de puntos de vista, convicciones, perspectivas, opiniones e interpretaciones nuevas del mundo.

El arte además de ser admirado, al ser generado como ya se estableció anteriormente, durante su producción activa conexiones cerebrales maravillosas (Bolwerk, Mack-Andrick, Lang, Dörfler, & Maihöfner, 2014) y que son también vías saludables en el manejo del estrés y en una virtud difícil de adquirir: la resiliencia, misma que es la capacidad de flexibilización ante cualquier vicisitud con aprendizaje positivo y reacción rápida, volviendo al ser humano recursivo.

El arte también tiene un efecto edificador en cuanto al autoestima (Rangher, 2015) y promueve la confianza, lo cual contribuye en casos de capacidades distintas de aprendizaje, atendiendo al total de la comunidad educativa.

### Pensamiento Crítico

El Pensamiento Crítico es la capacidad que favorece el análisis y evaluación basado en diferentes consideraciones, impresiones, interpretaciones, es de hecho bastante complejo, y es una destreza requerida en el día a día, en el mundo real, en el mundo laboral actual que es definitivamente competitivo.

### Estudio de Caso Indiana, Estados Unidos

Según estudios estadísticos del “National Center for Education Statistics” 1992, está demostrado como el arte eleva la autoestima de los estudiantes y aquellos que tienen educación musical incrementan sus destrezas matemáticas.

También se evidencian menor incidencia de comportamientos disruptivos y grandes logros de estudiantes en riesgo que fueron involucrados en programas de arte.

Se realizaron también evaluaciones para demostrar el Impacto del arte en la habilidad intelectual mediante un patrón de reconocimiento y de representación mental tuvo una mejora sustancial en aquellos estudiantes que recibieron instrucción musical de piano, según Costa-Gomi 1998, Abril.

A decir de Rauscher et al 1994, 1997, 1-8; Gromko and Poorman 1998, 171-181; Rauscher and Zupan 1999, de la misma manera un estudio contrastado de estudiantes con acceso y sin acceso a educación artística, se encuentra que existe mejoras significativas en destrezas espacio-temporales en evaluacio-

nes de Cociente Intelectual a los estudiantes participantes a la educación artística.

La relación del aporte de la música y el razonamiento espacial es tan fuerte que el escuchar música aporta una diferencia significativa según Campbell.

En el Condado de Los Ángeles el estudio concluye que entre mayor sea la participación del estudiante en educación artística sus calificaciones de SAT son mayores. (Watanabe 1989, 1-2).

Desarrollo de Pensamiento Crítico 63 puntos más en destrezas de comunicación verbal y 44 puntos más alto en matemática contrastado con aquellos estudiantes sin participación en educación artística, según “College Entrance Examination Board”, 2001.

Según Perrin 1994, el estudio de resultados de equilibrar las artes con otras áreas de aprendizaje del currículum muestra que cuando por encima del 25 por ciento está dedicado a las artes los estudiantes adquieran destrezas académicas superiores.

El Doctor y Biólogo Lewis Thomas, quien realizó estudios a estudiantes de nivel universitario de medicina, se encontró que el 66 por ciento de estudiantes con estudios formales en música lograron acceder a la admisión de la escuela de medicina, siendo el porcentaje mayor comparado a cualquier otro. Los bioquímicos fueron admitidos de la misma manera. (Miller and Coen 1994, 459-461).

Los estudiantes que tuvieron una formación enriquecida con un programa secuencial, y de desarrollo de destrezas musicales demuestran un desarrollo mayor en destrezas de lectura y matemáticas. (Gardiner et al. 1996, 284).

Los programas de arte han favorecido incluir lectura de estudiantes cuyo rendimiento ha estado con niveles académicos bajos. (G. McGuire 1984, 835-839).

Los estudiantes cuyo currículum incluía formación musical tienen un sólido desarrollo en precisión y fluidez, como también en tareas audio-temporales, una mayor pertinencia en calificaciones de concientización. (Bowles 2003, 5). “Arts Indiana” fue parte del estudio que de 22 programas que ofertaban recursos complementarios en colaboración con el “Lincoln Center Institute”, “the Aesthetic Education Institutes”, y el Proyecto “Harvard Project Zero” (Simmons 1996, 4).

### Atributos del Pensamiento Crítico

El Pensamiento Crítico es el proceso intelectual activo y prolífico en la conceptualización, aplicación, análisis, síntesis, y / o la evaluación de la información recogida y generada mediante la observación, experiencia, reflexión, razonamiento, y comunica-



ción como una guía, con la consideración de los siguientes valores: claridad, precisión, consistencia, relevancia, evidencia de audio, argumentación, profundidad, y justicia. (Scriven and Paul, 1987).

Existen estándares universales aplicados al pensamiento crítico en cuanto a enfrentar problemas, situaciones. Pensar de forma crítica conlleva tener dominio de dichos estándares, los docentes deben proponer preguntas acorde a éstos propósitos, a fin de desarrollar esta capacidad, preguntas que promuevan la internalización del estudiante y que por ende den lugar a la reflexión de su postura. Esto se lleva a cabo no de un momento a otro sino mediante un trabajo consistente y laborioso en clase.

La meta final, es que este razonamiento que tiene lugar en clase forme parte de la esencia del estudiante y se torne en una guía de desarrollo mediante las artes hacia una transformación duradera del aprendizaje

#### Algunos Estándares Universales

Los estándares más significativos de racionamiento se mencionan a continuación, y cabe anotar que hay muchos otros,

- **Claridad:** se refiere a un portal de entrada de conocimiento cuyo estándar permita determinar precisión y relevancia de la información sin dobleces a fin de que la expresión sea eficaz.
- **Certeza:** es una información que está sustentada y que provee certeza.
- **Precisión:** es la información detallada del tema a ofertar.
- **Relevancia:** es aquella que está conectada con una pregunta y que establece un vínculo con el asunto a tratar.
- **Profundidad:** se refiere al estudio de las complejidades de un tema en cuestión.
- **Amplitud:** es mirar a la vastedad de opiniones y perspectivas que han estudiado el tema, por ejemplo desde un punto de vista conservador o bien liberal.
- **Lógica:** Según Elder & Paul, 2010, se busca lograr sentido, ¿está el tema bien concatenado?, ¿tiene coherencia entre todo lo que se ha dicho? Se pueden plantear varios pensamientos en distinto orden siempre y cuando estos soporten consistentemente el planteamiento del otro para ofrecer sentido. Cuando ocurre lo opuesto y las ideas planteadas se contraponen producen una carencia de lógica, restando veracidad al tema de estudio.

Desarrollo de niveles apropiados de Lectura

Es importante incentivar como determinar un nivel de lectura adecuado, para ello se ha de buscar identificar y evaluar la destreza de la lectura, considerando los siguientes parámetros:

- descubrir faltantes de información
- obtener significado
- Identificar ideas atractivas
- Plantear preguntas
- plantear excepciones
- expresar acuerdo y desacuerdo
- Exploración de posibilidades
- Desarrollo de conexiones
- Realización de conexiones
- obtener evidencia
- objetar textos
- Consideración de la autoridad de un autor
- Consideración de la calidad de fuentes utilizadas por el autor.
- Sugerencia de formas de re-escribir un texto.
- Abrazar una postura ideológica en un texto.
- Resistencia ante la postura ideológica de un texto.
- Revisión de la comprensión lectora.
- Reflexión interna

#### Incidencia de la Creatividad en el Pensamiento Crítico

Mediante estudios se ha descubierto que las personas con mayor y más alta fluidez de razonamiento están ligadas a actividades creativas y por tanto responden con facilidad a estrategias que promueven el desarrollo creativo del pensamiento, a decir de Nusbaum & Silvia, 2011 .

Este estudio evaluó resultados a varios cuestionarios y tareas específicas realizados a 414 estudiantes de la Universidad de Carolina del Norte en Greensboro. Basados en los resultados los autores afirman que generar ideas creativas resulta del razonamiento fluido y pensamiento crítico tales como un trabajo que desarrolle la memoria, la habilidad de enfoque y respuesta variada a los problemas, así como la habilidad de pensamiento abstracto.

### Número de Patentes

En la Universidad Vanderbilt, según Park, Lubinski, & Benbow, 2008, de las investigaciones se desprende que la actividad cognitiva predijo creatividad y un número importante de patentes, en los empleados que pertenecen al grupo STEM (Science, Technology, Engineering and Math). Datos que abarcan más de dos décadas.

El estudio en el campo de la Psicología, que comprende 1,586 estudiantes con títulos STEM, resultan de 4 a 5 veces con mayores calificaciones en su habilidad cognitiva produciendo patentes, demostrándose que la habilidad cognitiva juega un papel determinante en la innovación y resolución de problemas de orden científico y tecnológico al que se enfrenta el mundo en el siglo 21. (Eutsler, 2017)

### CONCLUSIONES

Existir y ser son lograr conjugar sueños e impactar realidades lo cual es solo posible y llega a ser tangible mediante la educación, camino a ser transitado en diferentes espacios con mucha alegría.

Creo fehacientemente que la educación es un proceso de transformación social necesario, que permite empoderar al individuo en la construcción y ruptura de esquemas y estructuras que contribuyen con las evidentes desigualdades sociales.

El contexto histórico-social nos define como individuos y aún más define nuestra forma de aprender, de llegar a conocer, de percibir el mundo y entenderlo. Siendo así la tradición es un factor determinante en la normativa de las ciencias.

No podemos caer en el extremismo de pensar que un factor determinado puede o debe ser el único cómo válido o absoluto para llegar al conocimiento: este extremismo—reducciónismo es nada más que limitante e inhibidor de la construcción del conocimiento.

No se entiende cómo excluir al hombre en el desarrollo de la ciencia, como puede la ciencia estar plenamente desarrollada sin el aporte total del ser humano considerando lo moral y ético.

La exclusión del ser humano es limitar las posibilidades de un desarrollo integral y pleno.

Es necesario considerar la ciencia de forma pluridimensional para alcanzar su desarrollo, siendo así la cultura es indiscutiblemente la forma como el ser humano se percibe a sí mismo y cómo entiende el mundo, interactuando con éste de forma creativa.

Aprender es una necesidad continua que tenemos como seres humanos para entender la inmensidad implicada en el hecho educativo de la vida: proce-

so de enseñanza-aprendizaje que hemos de fundamentar en una profunda reflexión que evite una inmediatez a la praxis

El reduccionismo no solo retrasa, sino que distorsiona y malversa nuestro relacionarnos con el mundo. No es posible la vida en desconexión entre el arte y la ciencia.

Aquellos profesionales carentes de sentido estético, serán limitados, inflexibles, poco creativos, y productivos ofreciendo un mínimo en su campo profesional y las demandas crecientes de innovación en las mismas, además de no tener un entendimiento claro de las destrezas sociales.

Los estudios actuales pertinentes a actividades tales como el dibujo, estética, danza, música, artes visuales, concluyen la existencia de un poderoso componente de transferencia cognitiva entre el aprendizaje y la creatividad.

El procurar un conocimiento personal contribuye con el compromiso y responsabilidad de cada persona y grupo como fundamento de una sociedad libre.

Es preciso llegar tanto al análisis y problematización a fin de que este proceso de enseñanza aprendizaje deje de ser entendida instrumentalmente y alcance una acción transformadora tan elocuentemente propuesta por Giroux, McLaren y Paulo Freire, entre otros. (Ramírez- Romero & Quintal-García, 2011)

Generar cultura, espacios de expresión, de libertad es indudablemente la construcción continua que necesitamos como individuos y más aún como sociedad.

### Referencias

Bedoya Madrid, J. I. (2005). Epistemología y PEDA-



ENCUENTRO DE INVESTIGACIÓN  
TECNOLÓGICA Y ARTES MUSICALES 2019



## REFERENCIAS

- Bedoya Madrid, J. I. (2005). Epistemología y Pedagogía (6a. edición ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones.
- [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-00632014000300012](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-00632014000300012)
- Bolwerk, A., Mack-Andrick, J., Lang, F., Dörfler, A., & Maihöfner, C. (1 de Julio de 2014). journals.plos.org. (P. ONE, Ed.) doi:doi.org/10.1371
- Eutsler, M. (10 de October de 2017). ERIC.ED.GOV. Recuperado el 24 de Marzo de 2019, de ERIC.ED.GOV: <https://eric.ed.gov/?id=ED577583>
- Forster, M. (1 de Enero de 2004). Acer Education. Recuperado el 8 de Noviembre de 2018, de Acer Education Web site:
- <https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1004&context=resdev>
- García, C. (15 de Abril de 2013). Puro Marketing. Recuperado el 21 de Marzo de 2019, de Puro Marketing: <https://www.puromarketing.com/27/>
- Lorenc, F. (Diciembre de 2014). Scielo.org. Recuperado el 20 de Marzo de 2019, de Scielo.org: Radnikow, G., & Dirk, F. (3 de Enero de 2018). frontiersin.org. doi:doi.org/10.3389/
- Ramírez-Romero, J. L., & Quintal-García, N. A. (2011). ¿Puede ser considerada la Pedagogía Crítica como una teoría general de la Educación?: Revista Iberoamericana de Educación Superior. Recuperado el 5 de Abril de 2015, de ries.universia.net: <http://ries.universia.net/index.php/ries/article/view/141>
- Rangher, J. (22 de Febrero de 2015). karunajournal.wordpress.com. Recuperado el 21 de Marzo de 2019, de karunajournal.wordpress.com: <https://karunajournal.wordpress.com>
- Tyler, C., & Lora, L. (8 de Febrero de 2012). Frontiers in Human Neuroscience. doi:doi: 10.3389
- Wheeler, P., & Haertel, G. (1993). Eric Education. Recuperado el 8 de Noviembre de 2018, de Eric Education site: <https://eric.ed.gov/?id=ED367686>

## INTRODUCCIÓN

Considerando que en los últimos años las mujeres han resquebrajado los estereotipos tradicionales de desarrollo profesional a través de su desempeño en labores no consideradas como específicas para el género y en el marco de la búsqueda permanente de equidad y del acceso igualitario a diferentes espacios de desarrollo; se evidencia un alcance revelador de niveles de cualificación, incremento de su presencia en centros de estudio, experiencia profesional y acceso a profesiones y ocupaciones que han sido etiquetadas como de dominio masculino.

**Línea de investigación:**  
PATRIMONIO , TURISMO Y EDUCACIÓN

Comportamiento Organizacional frente a Legitimidad de la Mujer en Cargos de Dirección en Instituciones de Educación Superior Técnicas y Tecnológicas

Msc. Tatiana Vizcaíno Cárdenas

**Departamento/Facultad/Escuela**  
Tecnología Superior en Marketing,

**Universidad/Instituto**  
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO  
YAVIRAC

[tvizcaino@yavirac.edu.ec](mailto:tvizcaino@yavirac.edu.ec)

Sin embargo pese a los infinitos esfuerzos y a los adelantos de gran magnitud que se han tenido durante las últimas décadas el camino sigue en construcción; y es que en el acceso a ámbitos de estudio, el mercado laboral y su comportamiento organizacional aún se evidencian una gran segmentación en función del género.

De acuerdo a la publicación presentada por el FMI<sup>1</sup> en su artículo “Las Mujeres, el trabajo y la economía: Beneficios macroeconómicos de la equidad de género”, “se considera sujeto de análisis las características específicas de la participación de la mujer en el mercado laboral que tienen relevancia macroeconómica, los obstáculos que impiden que las mujeres desarrollen plenamente su potencial económico, y las políticas que podrían adoptarse para superar estos obstáculos”.

Ya en el contexto específico, en el ámbito de las instituciones de educación superior la realidad no es diferente al mercado laboral comercial o productivo, y es que resulta pertinente describir una realidad que como menciona la EMULIES<sup>2</sup> en su informe final sobre “La participación y el liderazgo de las mujeres dentro de las Instituciones de Educación Superior (IES) en las Américas”:

“Si se observa el contexto universitario en la mayoría de las IES de América latina, se encuentra que existen disparidades en la composición numérica del cuerpo docente por género, la cual es mayoritariamente masculino. De igual manera, la estabilidad laboral para hombres y mujeres lejos de ser equitativa está marcada por la variante de inestabilidad para las mujeres. Por tanto, la feminización de la matrícula universitaria no es garantía que se traduce en mayores facilidades para que las mujeres capacitadas puedan ejercer la docencia y ocupen cargos de dirección”

Concretamente en el Ecuador la tasa de participación de las mujeres ecuatorianas en la educación

<sup>1</sup> Fondo Monetario Internacional

<sup>2</sup> El Espacio de Mujeres Líderes de Instituciones de Educación Superior de las Américas



técnica de nivel medio era la tercera más baja de América Latina (45,7%), entre 17 países considerados (UNESCO, 2016).

En este sentido trabajar en una organización dominada por determinado género, podría influir en cómo los hombres y mujeres líderes son percibidos (Ko, Kotrba, & Roebuck, 2015), considerando que legitimidad es el estado en el que el poder del líder sobre otros es visto como merecido y justificado (Caddick, 1982; Tyler, 2006b).

Por lo que abordar esta temática permite establecer un espacio de análisis del comportamiento de estas organizaciones, para el presente estudio específicamente las Instituciones de Educación Superior Técnicas y Tecnológicas en relación a su respuesta frente aquellos espacios de dirección legítimamente asumidos por el género femenino y las políticas que se aplican en la búsqueda de equidad.

### JUSTIFICACIÓN

Un estudio realizado por la Organización Internacional del Trabajo que incluyó 1200 empresas de 39 países, estableció que el 87% de las juntas de las empresas estaban presididas por un hombre y el 13% por una mujer (OIT, 2014), considerando esta información como contexto general de la realidad de las organizaciones y el mercado laboral en los ámbitos productivos y comerciales, se debe mencionar que las Instituciones de Educación Superior (IES), además de centros de estudio, son centros de investigación, de trabajo y organizaciones estructuradas que se autogobiernan. En todas estas dimensiones la equidad de género es una aspiración igualmente reconocida y sustentada en marcos normativos internacionales de Derechos Humanos. Alcanzar la igualdad de género en las IES implica eliminar las múltiples manifestaciones de discriminación de la que las mujeres han sido objeto históricamente en los espacios de investigación, en el campo laboral, y en los cargos de representación y de toma de decisiones. (EMULIES, 2014)

En materia de investigación, se ha identificado la existencia de una segmentación por sexo tanto horizontal como vertical. Las líneas de participación de mujeres y hombres tienden a reproducir su respectiva concentración en las áreas consideradas tradicionalmente femeninas o masculinas. Por otra parte, aunque pueda haber una participación significativa de mujeres en este tipo de actividad académica, tiende a haber una sobrerrepresentación masculina en la coordinación de las instancias (Carcedo, 2007) y posiblemente también en los proyectos de investigación.

En espacios de desarrollo como la Academia, en Ecuador resulta importante considerar datos tales como que hasta el cierre del 2014, se redujo en 9

puntos la brecha de paridad en cuanto a mujeres que ocupan cargos directivos en el sistema de Educación Superior, pero aun así, solo el 18 % de los rectorados y el 33 % de

decanatos, direcciones de carreras y afines están en manos femeninas. El 55 % de las personas que asisten a la universidad son mujeres y así como el 36% de las y los docentes (SENESCYT , 2014).

En los últimos 3 años el número de mujeres docentes con título de PhD pasó de 151 en 2010 a 348 en 2013. En ese mismo periodo la posibilidad de culminar los estudios superiores para las mujeres pasó del 20% al 25%. (SENESCYT, 2014)

Las relaciones de género son multidimensionales y experimentan diferencias dentro de contextos organizacionales específicos (Alvesson, 1998). Estudios realizados han sugerido que tanto el género como la composición de género en la organización influyen en la percepción de liderazgo (Gardiner M. & Tigemann M., 1999).

En este sentido exponer una realidad latente que cuyo tránsito supone un camino que aún se recorre y construye, en la realidad de las IES Técnicas y Tecnológicas resulta pertinente, donde son diversos los factores los que integran el escenario de estudio.

### PROBLEMA

En la actualidad el paradigma que se propone romper es la inequidad de acceso a espacios de desarrollo donde se ponga de manifiesto la legitimidad en los cargos de dirección de las mujeres. Legitimidad aplica a la figura del líder o autoridad y es entendida como el sentido de obligación o deber de cumplir libremente con las direcciones y decisiones de las autoridades (Levi & Sacks, 2009)

En este sentido se plantea como problema de estudio: El análisis del comportamiento de las Instituciones de Educación Superior Técnicas y Tecnológicas frente a la participación y legitimidad de las mujeres en cargos de dirección.

### OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

#### Objetivo General

Analizar la participación y legitimidad de mujeres en cargos de dirección en los Institutos Técnicos y Tecnológicos desde los procesos de Administración de Recursos Humanos.

#### Objetivos Específicos

- Revisar el marco legal respecto a la participación de mujeres en cargos de dirección.
- Evaluar la situación actual de la participación de las

mujeres en las instituciones de educación superior.

- Analizar los subsistemas de la Administración de los Recursos Humanos de los Institutos, desde la perspectiva de equidad de género.

## VISIÓN GENERAL

El presente trabajo expone a través de sus hallazgos información inherente a comportamiento organizacional, en función de género del líder y legitimidad con la que es visto dentro de las instituciones; y por tanto colaborará en la comprensión de las interrelaciones existentes entre la figura de una líder mujer y los subordinados de estas organizaciones.

En otra arista, propone nuevas vías para futuras investigaciones que orienten el establecimiento de políticas y estrategias que promuevan repensar las organizaciones como lugares de trabajo desde una perspectiva más integral de género (Collings, Conner, McPherson, Midson, & Wilson, 2010) lo cual supone la integración de mayor sensibilidad en la identificación de las construcciones sociales de las relaciones de género (Moreira, 2010).

Considerando a las Instituciones de Educación Superior Técnicas y Tecnológicas como organizaciones con espacios de interacción y desarrollo; concebidas para lograr objetivos en común, que comparten similares intereses y valores. Resulta pertinente destacar que dichos espacios de educación y formación deben propender hacia un ambiente equitativo de acceso igualitario del género femenino a cargos de dirección, basados en estrategias concretas que visibilicen la legitimidad que sustenta dichos accesos. Entre otras consideraciones ciertos factores que inciden en la participación de mujeres en espacios de desarrollo educativo como Institutos Técnicos y

Tecnológicos son las barreras para el acceso de las mujeres a carreras técnicas o tecnológicas consideradas tradicionalmente masculinas, así como la decisión vocacional.

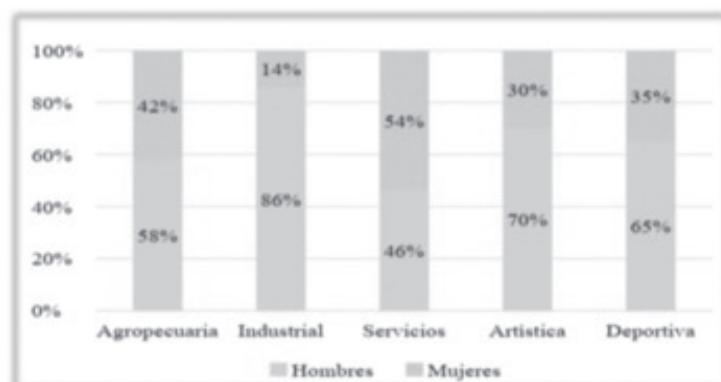
Los obstáculos que enfrentan las mujeres en su trayectoria educativa y las estrategias que se desarrollan en la búsqueda de la eficiencia terminal en carreras preminentemente masculinas así como los obstáculos y oportunidades que enfrentan las mujeres técnicas o tecnólogas para su inserción y promoción en el mercado de trabajo son varios de los puntos de análisis.

Se describe a los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos como organizaciones públicas, dependientes administrativa y financieramente de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación; cuya naturaleza de servicio es brindar educación técnica y tecnológica, de variada oferta académica con impacto significativo en la inserción laboral; en función del desarrollo de competencias técnicas alineadas a las necesidades que expone el mundo laboral.

En el marco del proyecto de reconversión de Institutos Técnicos y Tecnológicos se ha proyectado un inversión de 308 millones de dólares para dotar de infraestructura y personal a 40 Institutos en el país.

Información expuesta en el Estudio de caso sobre trayectoria de mujeres en educación técnica, formación técnica, tecnológica y profesional en el Ecuador expuesto por CEPAL-MINEDUC-SENESCYT pone de manifiesto el datos concretos en relación a la elección de la oferta educativa:

Ecuador: estudiantes matriculados en BT, por área técnica, según sexo, año lectivo 2017-2018 (En porcentajes)



Fuente: Estudio de caso sobre trayectoria de mujeres en educación técnica, formación técnica, tecnológica y profesional en el Ecuador -CEPAL MINEDUC SENESCYT



Ecuador: registro de matrícula en ISTT en las 15 carreras con mayor número de estudiantes, según sexo, 2º semestre de 2017

Nº	Nombre de las 15 carreras con mayor número de estudiantes mujeres matriculadas	Porcentaje de Mujeres	Nº	Nombre de las 15 carreras con mayor número de estudiantes hombres matriculados	Porcentaje de hombres
1	Tecnología en Desarrollo Infantil Integral	9,1%	1	Técnico Superior en Seguridad Ciudadana y Orden Público	6,6%
2	Enfermería	8,4%	2	Análisis de Sistemas	6,3%
3	Administración de Empresas	8,2%	3	Administración de Empresas	5,3%
4	Ánalisis de Sistemas	3,0%	4	Mecánica Automotriz	2,5%
5	Contabilidad y Auditoría	2,7%	5	Electromecánica	2,2%
6	Desarrollo del Talento Infantil	2,7%	6	Diseño Gráfico	2,2%
7	Parvulario	2,1%	7	Tecnología Superior en Desarrollo de Software	2,2%
8	Administración de Centros Infantiles	2,0%	8	Electricidad	2,0%
9	Diseño de Modas	1,8%	9	Tecnología Superior en Mecánica Automotriz	1,9%
10	Administración Bancaria y Financiera	1,8%	10	Electrónica	1,7%
11	Tecnología Superior en Contabilidad	1,8%	11	Mecánica Industrial	1,6%
12	Administración de Recursos Humanos-Personal	1,7%	12	Enfermería	1,5%
13	Técnico Superior en Seguridad Ciudadana y Orden Público	1,6%	13	Tecnología Superior en Electromecánica	1,4%
14	Administración de Empresas Mención Contabilidad y Auditoría	1,4%	14	Tecnología Superior en Electricidad	1,2%
15	Gastronomía	1,3%	15	Gastronomía	1,2%

Fuente: Estudio de caso sobre trayectoria de mujeres en educación técnica, formación técnica, tecnológica y profesional en el Ecuador -CEPAL MINEDUC SENESCYT

Ecuador: medias salariales (mensuales) por sexo, según título obtenido, mayo de 2015

Título	Número de trabajadores y trabajadoras	Hombres			Mujeres		
		%	Media	SD*	%	Media	SD
Técnico	73 402	47,53%	1 004	848	52,47%	801	550
Tercer nivel	442 231	40,69%	1 485	1 262	59,31%	1 105	786
Cuarto nivel	77 046	47,94%	2 364	1 948	52,06%	1 767	1 283
Sin título	1 567 353	69,40%	675	818	30,60%	628	573
Título nacional	576 789	42,04%	1 512	1 354	57,96%	1 132	851
Título extranjero	15 890	58,41%	2 472	1 928	41,59%	1 998	1 408
Total	2.160.032	62,10%	839	1.011	37,99	845	758

\* Desviación estándar

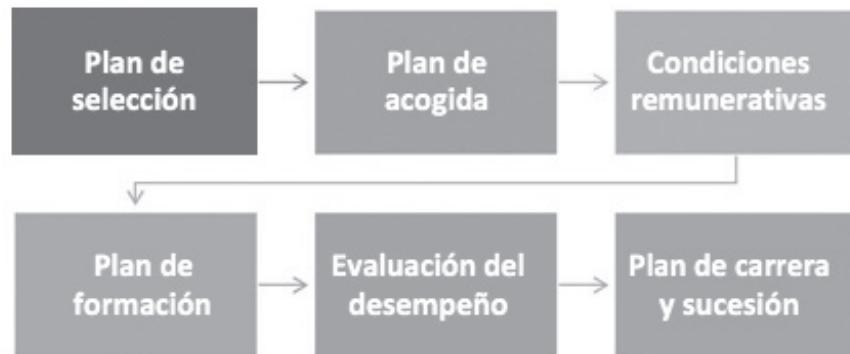
Fuente: Diego Benítez y Boris Espinoza (2018), "Discriminación salarial por género en el sector formal en Ecuador usando registros administrativos", Cuadernos de Trabajo, N° 6, marzo, Quito, INEC, con base en datos del Laboratorio de Dinámica Laboral y Empresarial (LDLE) del INEC<sup>12</sup>.

Los datos que preceden muestran inicialmente una tendencia de elección de carreras en los Institutos Superiores marcada por el género, puesto que existen fuertes consideraciones que estereotipan a carreras como feminizadas o masculinizadas; lo que orienta inconscientemente la elección de estudios. Existe notoriamente carreras con mayor participación femenina; sin embargo es cada vez más común que las mujeres incursionen en carreras que el medio considera son orientadas hacia el género masculino, con seguridad estos sesgos se ponen de manifiesto por esquemas sociales que le asignan a la mujer lugares estereotipados. Considerado que mientras se mantengan estos sesgos iniciales en el área de estudio también en el campo profesional se mantendrá latente el esfuerzo por acceder a cargos

de dirección es diferentes espacios que no coincidan con la representación mental que el género le asigna.

Trasladar la información expuesta a un análisis desde la perspectiva de la administración de los recursos humanos permite descifrar las estrategias necesarias que orienten la búsqueda de políticas de equidad de género en los Institutos Técnicos y Tecnológicos tanto en la participación de la mujer en estos espacios como en la legitimidad con que es vista en cargos de dirección.

Para iniciar este análisis es importante visualizar el proceso integral de Administración de Recursos Humanos como muestra la siguiente gráfica:



Esquema del Proceso de Administración de Recursos Humanos – Elaborado por la autora

Dentro de los subsistemas de administración de los Recursos Humanos el punto de partida se considera la incorporación de personal a la organización dicho proceso de reclutamiento y selección se basa en un pronóstico o planeación de empleo.(Dessler, 2009),

En los Institutos Técnicos y Tecnológicos este proceso se divide en dos instancias manejadas en

distintos espacios así: Planeación, Reclutamiento, Propuesta de Selección y proceso de Incorporación desarrollados por el Instituto; proceso de contratación llevado a cabo por la SENESCYT.

En este sentido se describe brevemente el actual proceso de selección de personal que se desarrolla en Instituto:



Diagrama de selección de personal. Elaborado por autora

Cabe mencionar que el sustento legal que rige los procesos de selección del personal docente y administrativo es la Ley Orgánica de Educación Superior, y la Ley Orgánica de Servicio Público, que disponen los lineamientos generales en el ámbito de contratación en artículos como los que se mencionan a continuación:

Derechos de los profesores o profesoras e investigadores o investigadoras Ejercicio de la autonomía responsable

Paridad de género, igualdad de oportunidades y equidad

Selección y Ejercicio de docencia e investigación sin limitaciones

Garantía para las y los servidores y las y los trabajadores

En general estos y otros artículos descritos en diferentes espacios legislativos evidencian el interés de las políticas públicas que favorezcan el desarrollo de los espacios en términos de equidad de género tanto en la selección, incorporación y desarrollo de carrera, sin embargo es importante cuestionarse si contar con la normativa jurídica asegura el camino de espacios propicios que impulsen el desarrollo equitativo de los docentes hacia cargos de dirección.

A modo de un análisis integral de cada una de las etapas que conforman el proceso de Administración de Recursos Humanos se debe mencionar que un adecuado manejo de estos provee espacios suficiente



cientemente fértiles que promuevan el desarrollo integral de los colaboradores, para el caso particular las docentes que cursan su ejercicio profesional en los Institutos Técnicos y Tecnológicos el compromiso es mayor, puesto que como se ha evidenciado es en estos espacios donde el sesgo es más evidente tanto en la matrícula como en el ejercicio de la carrera profesional.

El desarrollo de procesos de selección adecuados que aseguren el acceso en igualdad de condiciones y con las mismas oportunidades es un reto, abrir el abanico de opciones para que mujeres puedan acceder a campos profesionales tradicionalmente masculinizados es parte éste; por otra parte incorporar un plan de acogida para estos casos es vital ya que esto propicia un terreno adecuado de integración de una docente a su cargo, la preparación de este escenario es importante ya que será el que rija el destino de aceptación y visibilizará la legitimidad de su autoridad en su nuevo espacio de desarrollo. Toda organización independientemente de su tipo, debe incluir en sus procesos un plan de acogida o inducción para sus nuevos empleados, (Chiavenato, 2007), menciona que estos planes buscan la introducción y adaptación del trabajador a su lugar de trabajo.

En este sentido un plan de acogida propone un protocolo específico que se debe seguir para asegurarse la incorporación exitosa del nuevo miembro de la organización, siendo este un proceso personalizado en función de que cada nuevo trabajador tiene un perfil y cargo específico. Sin duda un correcto plan de acogida ejecutado de la forma adecuada podría asegurar la retención del talento en la organización

En general las condiciones de trabajo y el aspecto remunerativo son manejadas directamente por la empresa u organización; son ellos quienes disponen de los escenarios bajo los cuales se desarrollaran las actividades de sus trabajadores y el presupuesto asignado para las remuneraciones de sus empleados.

En el caso particular de los Institutos, el aspecto remunerativo está fijado por el Ministerio de Trabajo que dispone en la Resolución N°. MRL-202-0021, donde se establece una escala de remuneraciones mensuales unificadas para los servidores públicos por lo que la Institución no tiene injerencia en dicho aspecto y los salarios son acreditados directamente por el Ministerio de Finanzas a cada empleado en función de la escala salarial que le fue asignada en su contrato, considerando que son fijadas sin perjuicio del género del contratado, sin embargo como se evidencio en la información preliminar existen notables diferencias en las asignaciones salariales sobre todo en el sector privado, específicamente para la formación técnica la diferencia salarial es de un 20% aproximadamente, lo que refleja cierta falta de confianza aún mantenida

hacia el género femenino es este sector específico. Se debe destacar que una organización que considere el recurso humano con que cuenta, buscará mantener un plan de formación que mantenga capacitado, actualizado y motivado a sus colaboradores.

En este sentido se concibe a la formación como un conjunto de tareas y acciones destinadas a mejorar el desempeño o rendimiento actual o futuro de las personas a través del entrenamiento de sus conocimientos. Es un conjunto de capacidades o competencias (saber hacer), aptitudes (poder hacer) y actitudes (querer hacer). (Ortega, 2018).

En el campo educativo, ésta es una condición aún más crítica, puesto que se busca lograr un mejor desempeño del trabajo académico de estos profesionistas, reafirmando los conocimientos que poseen y orientando nuevas formas en el proceso enseñanza-aprendizaje con el fin de que coadyuven en la formación integral de los estudiantes (Quintero, 2008)

Considerando además que generar espacios de capacitación continua propicia espacios de desarrollo y fortalecimiento de capacidades, generadores de oportunidades de crecimiento profesional dentro la Institución.

Todo proceso de administración de recursos humanos lleva consigo el desarrollo de un sistema de evaluación del desempeño de sus colaboradores; Harper & Lynch [1992], plantean que es una técnica o procedimiento que pretende apreciar, de la forma más sistemática y objetiva posible, el rendimiento de los empleados de una organización.

Con esta premisa se debe considerar la importancia de integrar al proceso de desarrollo del personal de una organización, la evaluación de su desempeño como fuente de detección de debilidades y fortalezas de los miembros de la organización, manteniendo como eje una evaluación objetiva, dejando de lado los sesgos de género que puedan influir a través de estereotipos con evaluaciones parcializadas, que mermen las oportunidades de desarrollo de las docentes.

Establecer un plan de carrera dentro de una organización pone de manifiesto una serie de acciones que orientan el camino de desarrollo de sus miembros dentro de ésta. (Dessler, 2009) considera el desarrollo de carrera como la serie de actividades que se realizan durante toda la vida, las cuales contribuyen a la exploración, el establecimiento, el éxito y la realización de la carrera de una persona.

En este sentido se visualiza el plan de carrera como aquel recorrido de cargos, actividades y responsabilidades por las que ha transitado un profesional, considerando que éstas han sido coadyuvantes del éxito

y el descubrimiento de sus propias potencialidades. En los Institutos Técnicos y Tecnológicos no se ha mantenido un proceso formal de planes de carrera, sin embargo en procura de aquello se han establecido los planes de capacitación pertinentes que forjen en los miembros de la comunidad educativa las competencias y la experiencia necesarias para desarrollarse dentro de la Institución.

El desarrollo de un plan de carrera debe ser una oportunidad a la que deben tener acceso todos los miembros de la organización, sin discriminación de género. Como se evidenció en datos expuestos en apartados anteriores el desarrollo de un plan de carrera dentro de una Institución de Educación Superior para el género femenino es una tarea en construcción, puesto que desarrollarse en diferentes cargos de responsabilidad aún no es un parte de los indicadores de equidad, las Instituciones no han sabido dar respuesta a este particular con proyectos y planes específicos en este ámbito.

Integrar planes de sucesión a una organización permite solventar necesidades de personal, a través de la búsqueda interna de profesionales que han sido preparados y cuyas potencialidades han sido fortalecidas para acceder a nuevos cargos con actividades, tareas y mayores responsabilidades.

Al igual que estrategias anteriores, establecer planes de sucesión supone un desarrollo sistémico de actividades previas que hayan desarrollado el camino para asumir nuevos cargos dentro de la compañía; un adecuado plan de formación y capacitación que desarrolló

las competencias técnicas y conductuales necesarias, un correcto sistema de evaluación del desempeño centrado identificar tanto fortalezas como debilidades basados en criterios objetivos, y un detallado mapa de talento permitirá identificar en cada uno de los integrantes de la Institución su potencial para ser parte de un plan de sucesión.

Sin duda el plan de sucesión está íntimamente relacionado con el plan de carrera, puesto que identifican el sendero que recorrerá el profesional dentro de diversos cargos en la Institución.

La descentralización y la delegación es un aspecto clave para el éxito de un plan de sucesión, (Chiavenato 2007) define este proceso como delegar decisiones a los niveles más bajos de la organización, con el fin de hacer que todas las personas se involucren más en sus actividades, tracen los caminos que juzguen mejores y asuman la responsabilidad de las consecuencias.

De tal forma que se hayan desarrollado líderes con sentido crítico en situaciones reales, donde se evidencie con exactitud cada una las potencialidades en espacios específicos.

Con este contexto las propuestas de estrategias de Recursos Humanos orientadas hacia el personal se desarrollarán en tres áreas principales sobre las cuales los Institutos mantienen autonomía de gestión, esta propuesta buscan orientar las políticas de Administración de los Recursos Humanos tendientes a propiciar espacios de desarrollo en equidad para las docentes:





## RESULTADOS

La información expuesta describe un análisis de la realidad actual de los Institutos Técnicos y Tecnológicos tanto en el acceso a la matrícula de las estudiantes como en el desarrollo profesional de las docentes en estos espacios, en primera instancia se evidenció un orientación en la elección de la carrera donde existe una importante influencia del ambiente cercano de la estudiante, impulsada principalmente por la línea masculina cercana, generalmente padres, hermanos o pareja quienes fomentan o finalmente imponen una elección basada en mantener un estereotipo fijado, que asigna roles y espacios específicos según el género que entre otros es el de cuidado o la educación como únicos espacios de desarrollo, ahora bien una vez que las estudiantes han logrado eliminar estas barreras de acceso, dentro de su formación técnica se enfrentan a nuevos retos y entre otros es integrarse a carreras consideradas masculinizadas donde se debe encontrar el medio y la estrategia adecuada para sostener su participación en un medio que podría ser incluso hostil, porque están rompiendo con el patrón dispuesto, ya que pudieran considerar que no cuentan con las competencias necesarias para desarrollarse en ese espacio.

Ahora, es importante considerar este primer escenario como aquel que pudiera predecir situaciones futuras en relación al desarrollo profesional de estas mismas u otras mujeres que procuren su integración a campos profesionales técnicos y tecnológicos y más aún si lo que busca es alcanzar son cargos de

dirección, y es que si en el acceso a la educación técnica ya existen sesgos estos se vuelven a presentar en desarrollo de la carrera de las docentes, podría considerarse que incluso inconscientemente se repiten estos patrones puesto que no se propician los espacios necesarios de desarrollo de un plan de carrera para las docentes hacia cargos de dirección, e incluso ya si lo han alcanzado es imprescindible demostrar la legitimidad de su acceso a dichos cargos, lo que permita establecer .

## DISCUSIÓN

El presente trabajo ha descrito una temática fuente de análisis en distintos escenarios, desde la revisión del acceso igualitario de las mujeres a la educación técnica y tecnológica, como su proyección de carrera dentro de la gestión académica; y es que en Ecuador en las Instituciones de Educación Superior aún existe un desafío y es la transversalización del principio de igualdad y no discriminación de género; esto significa apuntar la disminución y erradicación de brechas de género en la carrera docente.

Lo que se traduce en de construir aquellos patrones culturales sexistas y discriminatorios, que dificulta su acceso a puestos de docencia, investigación, y toma de decisión en decanatos y rectorados.

Sin embargo el análisis de cada una de los subsistemas de Administración de Recursos Humanos refleja que aún existen tareas pendientes entorno a la participación de las mujeres en aquellos cargos de responsabilidad o dirección.



## REFERENCIAS

- Anónimo. (2015). Participación Femenina en la Educación Superior. Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación. Recuperado 6 de Junio de 2018 de: <https://www.educacionsuperior.gob.ec/participacion-femenina-en-la-educacion-superior/>
- Airini, Collings, S., Conner, L., McPherson, K., Midson, B., & Wilson, C. (2011). Learning to be leaders in higher education: What helps or hinders women's advancement as leaders in universities. *Educational Management Administration & Leadership*, 39(1), 44-62.
- Anónimo. (2018). Rectoras de instituciones de educación superior debaten sobre el ejercicio de la gestión educativa. Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación. Recuperado 8 de Junio 2018 de: <https://www.educacionsuperior.gob.ec/rectoras-de-instituciones-de-educacion-superior-debatieron-sobre-el-ejercicio-de-la-gestion-educativa/>
- Chiavenato I. (2007). Administración de Recursos Humanos El Capital Humano de las organizaciones. Mc Gran Hill. México DF. México
- Dessler G. (2009). Administración de Recursos Humanos. Pearson. México DF. México
- Gardiner, M., & Tiggemann, M. (1999). Gender differences in leadership style, job stress and mental health in male-and female-dominated industries. *Journal of occupational and organizational psychology*, 72(3), 301-315.
- Levi, M., Sacks, A., & Tyler, T. (2009). Conceptualizing legitimacy, measuring legitimating beliefs. *American Behavioral Scientist*, 53(3), 354-375.
- Mujeres, O. N. U. (2013). Trabajo decente e igualdad de género: políticas para mejorar el acceso y la calidad del empleo de las mujeres en América Latina y el Caribe.
- Telégrafo (2017) La SENESCYT abre cupos en los Institutos Técnicos y Tecnológicos. Diario el Telégrafo online. Recuperado 8 de Junio 2018 de: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/4/la-senescyt-abre-cupos-en-los-institutos-tecnicos-y-tecnologicos>
- UNESCO (1998). Mujeres y educación superior: cuestiones y perspectivas. Conferencia Mundial sobre la Educación Superior. París-Francia. Recuperado 09 de Julio de 2018 de:  
<http://www.unesco.org/education/educprog/wche/principal/women-s.html>



**Línea de investigación:**

PATRIMONIO, TURISMO Y EDUCACIÓN

Clase inversa: tecnologías de la información para crear pedagogía con sello propio

Elva Gioconda Lara Guijarro,<sub>1</sub>,  
Joyce Shirley Narváez Sarango<sub>2</sub>

**Departamento/Facultad/Escuela**

Comisión de Investigación

**Universidad/Instituto**

Instituto Superior Tecnológico Central Técnico

elclarag@gmail.com  
jsnarvaezs2@gmail.com

**Resumen**

En la actualidad la clase inversa o flipped classroom es aplicada en varios centros educativos a nivel nacional o internacional, esta metodología hace que el estudiante lleve la lección a casa y los deberes a la clase, invirtiendo los métodos tradicionales de enseñanza y convirtiendo al docente en una guía de la asignatura. El objetivo de este artículo es comparar el uso de los métodos tradicionales versus la metodología de la clase inversa a través del uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. La sistemática empleada se basa en el análisis documental de los referentes teóricos del tema de la investigación, además se aplicó una evaluación a un grupo de estudiantes del ITSCT de la Carrera de Electrónica después de utilizar la metodología del aula inversa. La clase inversa es la tecnología para crear una pedagogía con sello propio, por ello se puede aplicar diversas herramientas para darle la vuelta a la clase tradicional. Se concluyó que los estudiantes después de estudiar las lecciones en casa a través de videos, presentaciones o cuestionarios interactivos, realizaron las prácticas y los deberes en clase de una manera más rápida, también en este trabajo se midieron el impacto en el aprendizaje y la retención del mismo.

*Palabras Claves— Clase inversa, cuestionarios interactivos, métodos tradicionales de enseñanza, tecnologías de la información, videos interactivos.*

**Abstract**

Currently the inverse class or flipped classroom is applied in several educational centers at national or international level, this methodology makes the student take the lesson home and homework to the class, inverting the traditional methods of teaching and turning the teacher into a guide of the subject. The objective of this article is to compare the use of traditional methods versus the reverse class methodology through the use of information and communication technologies. The systematics used is based on the documentary analysis of the theoretical referents of the research topic, in addition an evaluation was applied to a group of students of the ITSCT of the Electronics Career after using the methodology of the inverse classroom. The reverse class is the technology to create a pedagogy with its own stamp, so you can apply various tools to turn the traditional class. It was concluded that the students after studying the lessons at home through videos, presentations or interactive questionnaires, carried out the practices and the duties in class in a faster way, also in this work they measured the impact on learning and retention of the same.

*Keywords — Flipped classroom, interactive questionnaires, traditional methods of teaching, information technologies, interactive videos.*

## Introducción

Aula invertida o Flipped classroom es un término que aparece con Jonathan Bergmann y Aaron Sams, dos profesores de química en Woodland Park Colorado (Estados Unidos), ellos descubrieron la forma de evitar que los estudiantes perdieran clases por razones personales. Por ello, grababan los contenidos de las asignaturas a impartir y los distribuían entre sus educandos para que los visualizaran en

casa antes de la clase. En el aula se trabaja en proyectos, ejercicios o talleres para poner en práctica los conocimientos adquiridos y resolver dudas. De esta manera se invierte las actividades respecto al modelo tradicional. (Rodríguez, 2016)

El siguiente esquema explica en qué consiste este nuevo enfoque de enseñanza y las diferencias con el modelo tradicional.

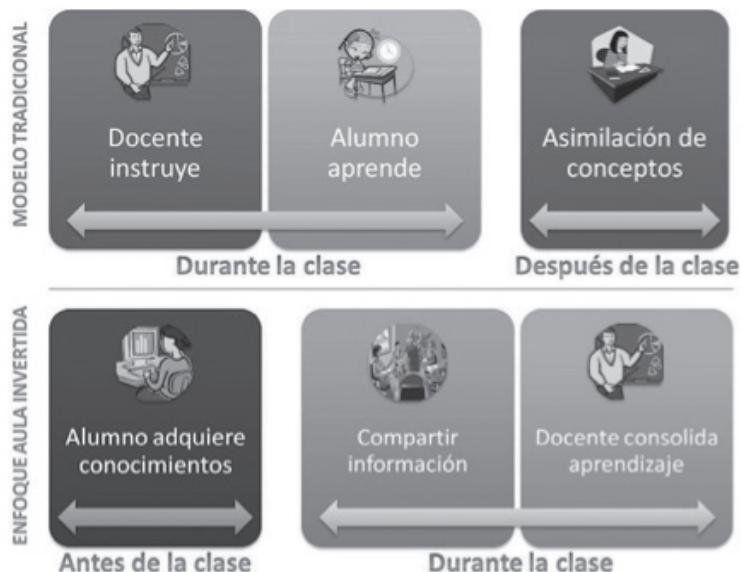


Figura 1: Comparación del modelo tradicional vs modelo aula invertida  
 Fuente: (Rodríguez, 2016)

La enseñanza o modelo tradicional se basa en la trasmisión de la información desde el profesor con clases magistrales hacia los estudiantes, en cambio el aula invertida usa las TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación) para proporcionar recursos a los estudiantes fuera del tiempo de clase. Es decir, el docente entrega al estudiante las herramientas digitales para que realice de forma autónoma y en cualquier lugar las tareas de clase, además de que sea capaz de desarrollar los conocimientos de una forma independiente. De esta forma, durante el horario de clase se aprovecha para debatir sólo lo que no se ha entendido, reflexionar sobre las diferentes lecciones impartidas, el estudiante participa y da su opinión respecto a la clase estudiada y para afianzar sus conocimientos se puede hacer proyectos individuales.

El aula invertida no consiste únicamente en grabar una clase en vídeo, en realizar un resumen mediante mapas contextuales o cuadros sinópticos, es la concepción de que el alumno puede obtener información en un tiempo y lugar que no requiere la presencia física del profesor. Se trata de un modelo pedagógico que ofrece un enfoque integral para incrementar la responsabilidad y el compromiso que del estudiante frente a la enseñanza de cada asignatura. De esta forma el educando forma parte de

su educación permitiendo al docente dar un tratamiento más individualizado en cada una de sus clases. (Barrera, 2013)

Según el Aula Planeta (2015), existen varias herramientas para darle la vuelta a tu clase, entre las cuales se puede citar las siguientes:

1. Crear videolecciones o videos interactivos
  - a) Panopto, para grabar imágenes webcam o presentaciones e incluir actividades, encuestas u otro tipo de interactivos en la grabación.
  - b) Movenote, permite seleccionar los materiales didácticos que se necesita de base y grabar tu propia imagen explicándolos.
  - c) Screencast\_o\_Matic, para capturar lo que se muestra en la pantalla del ordenador y añadirle audio o video registrado a través de la webcam.
2. Crear murales virtuales
  - a) Glogster, permite generar murales digitales interactivos con texto, imágenes, gráficos, video y audio.
  - b) Padlet, se utiliza para crear murales virtuales de forma colaborativa.
3. Crear presentaciones
  - a) SlideShare, herramienta para crear y compartir presentaciones online.
  - b) PhotoPeach, para crear presentaciones de imágenes, con transiciones, a las que se puede añadir música y texto sobreimpreso.



#### 4. Generar cuestionarios interactivos

- a) Google Drive, crea formularios
  - b) Quizbean, recurso gratuito que permite generar cuestionarios tan largos como quieras, con fotos y explicaciones.
  - c) QuizStar, permite personalizar las preguntas, definir los intentos permitidos para acertar o crear clases para enviar automáticamente los tests a sus integrantes.
- El modelo de aula invertida abarca todas las fases del ciclo de aprendizaje (dimensión cognitiva de la taxonomía de Bloom):
- Conocimiento: Ser capaces de recordar información previamente aprendida.
  - Comprensión: “Hacer nuestro” aquello que se ha aprendido y ser capaces de presentar la información de otra manera.
  - Aplicación: Aplicar las destrezas adquiridas a nue-

vas situaciones que se presenten.

- Análisis: Descomponer el todo en sus partes y poder solucionar problemas a partir del conocimiento adquirido.
- Síntesis: Ser capaces de crear, integrar, combinar ideas, planear y proponer nuevas maneras de hacer.
- Evaluación: Emitir juicios respecto al valor de un producto según opiniones personales a partir de unos objetivos dados.

#### Desarrollo

La metodología empleada por los autores se basa en explicar a una muestra de estudiantes de la Carrera de Electrónica del ISTCT lo que es un aula invertida, entregarles un plan de clase con este modelo y enviarles mediante la plataforma del instituto toda la información correspondiente al temario de la semana.



MATRIZ PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA CLASE INVERTIDA

ASIGNATURA: Redes I Semestre: Cuarto Nivel Tecnológico		TEMA: Gestión de redes LAN.		SUBTEMAS:
				Tipos de topologías Protocolos
<b>COMPETENCIA(S)/DESTREZA(S) A DESARROLLAR:</b> (En términos del alumno, incluye el conjunto de capacidades que habrá desarrollado el estudiante al término del tratamiento de los temas y subtemas, en lo cognitivo, procedimental y actitudinal)		<b>ORGANIZACION DEL TIEMPO:</b>		
Analizar los diferentes tipos de topologías y su utilización en el área local (LAN) o metropolitana (MAN), respetando los diferentes protocolos o estándares internacionales.		<ul style="list-style-type: none"><li>a) Tiempo previsto para el Autoaprendizaje (en días): 2</li><li>b) Tiempo previsto para el Coaprendizaje (en horas): 4</li><li>c) Tiempo previsto para la Socialización (en horas): 2</li></ul> Total tiempo previsto en el aula (en horas) b+c 6		
FASE DEL CAI	TIEMPO	<b>RECURSOS ELECTRÓNICOS</b> Escribe aquí los recursos electrónicos que suministrará al estudiante como insumos para su Autoaprendizaje. Los recursos electrónicos pueden ser: videos, audios, documentos y presentaciones electrónicas, electronic journals, e-books, etc., en dependencia del tema en tratamiento. (Añade filas de ser necesario)		<b>VALORACION CRITERIAL</b> Composiciones, resúmenes, pequeños ensayos, presentaciones electrónicas, o cualquier otra actividad donde el estudiante pueda presentar su síntesis y valoración criterial acerca de los contenidos estudiados.
Auto-Aprendizaje	(2 días)	Recurso electrónico	Enlace (link)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Seguir los videos y realizar un mapa conceptual de los tipos de topología.</li><li>- Definir protocolos y su utilización.</li></ul>
		Video: tipo de topología	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=zsOvCIGFWN4">https://www.youtube.com/watch?v=zsOvCIGFWN4</a>	
		Video: Topología malla	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=xZmbfwzYhBE">https://www.youtube.com/watch?v=xZmbfwzYhBE</a>	
		Sitio Web	<a href="https://betosamaniego.tlites.wordpress.com/2011/09/ccna-1-y-2.pdf">https://betosamaniego.tlites.wordpress.com/2011/09/ccna-1-y-2.pdf</a>	
FASE DEL CAI	TIEMPO	<b>DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD(ES) COLABORATIVA(S)</b> Describa aquí las actividades colaborativas previstas. Las actividades colaborativas pueden ser: resolución de problemas; creación de problemas originales; planificación y ejecución de proyectos; creación y solución de casos; recolección, procesamiento y análisis de datos; redacción de ensayos; realización de experimentos; realización de foros, mesas redondas, y debates, etc. (Añade filas de ser necesario)		<b>MEDIACION</b> Describa aquí las actividades de mediación que prevé llevar a cabo en su rol de facilitador de los aprendizajes.
Co-Aprendizaje	(4 horas)	Actividad Colaborativa	Descripción	<b>ENLACES TUTORIALES</b>  Simulador Cisco Packet Tracer <a href="https://www.itechtics.com/download-cisco-packet-tracer-7-1-free-direct-download-links/">https://www.itechtics.com/download-cisco-packet-tracer-7-1-free-direct-download-links/</a>  Paso a paso la simulación de una red LAN <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ner54MxWVQE&amp;t=14s">https://www.youtube.com/watch?v=ner54MxWVQE&amp;t=14s</a>
		Realizar la simulación de una red LAN con topología en malla	Descargar el simulador Cisco Packet Tracer del link que se adjunta	
		Anализar la utilización de las topologías en redes de información en las diferentes empresas o instituciones	Los estudiantes deberán interactuar y exponer los datos encontrados acerca del tema enviado.	
FASE DEL CAI	TIEMPO	<b>RECURSOS ELECTRÓNICOS</b> Señale los recursos electrónicos que el estudiante utilizará para la socialización y transformación de los productos académicos. Los recursos electrónicos pueden ser: presentaciones electrónicas, blogs, plataformas virtuales de aprendizaje, e-books, wikipedia, web, redes sociales y cualquier herramienta web 2.0 de suscripción gratuita. (Añade filas de ser necesario)		<b>EVALUACION DEL LOGRO DE LOS APRENDIZAJES</b> Escribe aquí el enlace a la rúbrica de evaluación del logro de los aprendizajes. Describa además, cualquier otra actividad de evaluación de logro de los aprendizajes prevista.
Socialización	(2 horas)	Recurso electrónico	Descripción	

		Subir la simulación de la red LAN	El docente proporcionara acceso a los estudiantes al canal personal de google drive	Pasos para utilizar el google drive: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=IhC3DCzhFe4">https://www.youtube.com/watch?v=IhC3DCzhFe4</a>
		Rúbrica de evaluación	Parametros de calificación de la simulación	Rúbrica para evaluación: <a href="https://drive.google.com/drive/my-drive?ogsrc=32">https://drive.google.com/drive/my-drive?ogsrc=32</a>
		Nombre del profesor: Elva Lara	Firma:	

Figura 2: Modelo de aula inversa presentado a los estudiantes seleccionados del ISTCT

A la clase siguiente se les pregunta qué parte no entendieron de la materia enviada, para reforzar sus conocimientos mediante proyectos en grupo y ejercicios asistidos. Se conformaron dos evaluaciones, una para los estudiantes que tomaron la clase invertida y el otro para los que no lo hicieron.

Por norma general, los docentes que han utilizado el modelo del aula invertida opinan que respaldan el concepto de aprendizaje activo, ya que los estudiantes necesitan procesar la información y trabajar los conceptos antes de la clase, de esta forma se aprovecha de mejor manera el tiempo en el aula y no se desperdicia en dictar la teoría o indicarles a los estudiantes de lo que se trata la clase que se va a impartir.

Posteriormente, los educandos tienen la oportunidad

nidad de profundizar sus conocimientos gracias a actividades tipo taller que fomentan el diálogo, la cooperación, el pensamiento independiente y la generación de ideas.

### Resultados

Mientras que el modelo tradicional de enseñanza hace un mayor uso de procesos cognitivos inferiores como la recepción de información y su procesamiento, el enfoque de clase inversa permite un mayor aprovechamiento de los procesos cognitivos superiores como el análisis, la evaluación y la aplicación. Se dio énfasis en aplicar la clase inversa a los estudiantes que faltan a clases y que ven el contenido de la materia a través de los apuntes de sus compañeros y partes filmadas de la clase en los teléfonos celulares. Después de aplicar la Evaluación 1 y 2, se obtuvieron los siguientes resultados:

#### Evaluación 1:

<b>Modelo tradicional</b>	
Calificaciones	Estudiantes
Entre 9-10	6
Entre 7-8	25
Menos de 7	12
Total	43

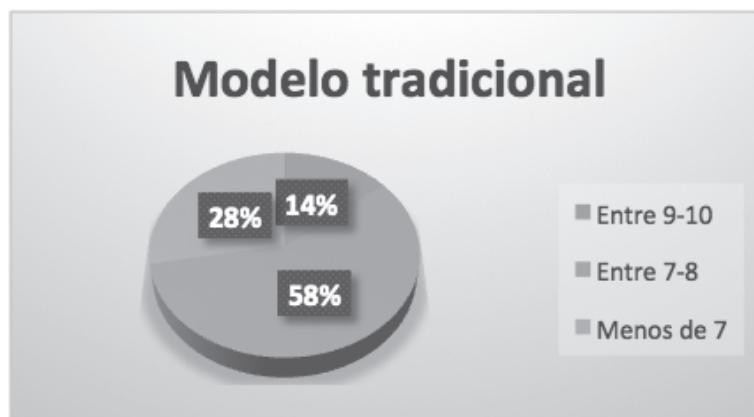


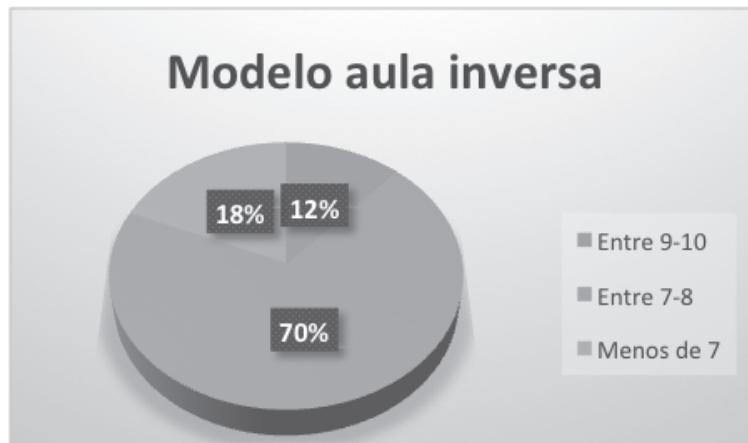
Figura 3: Calificaciones obtenidas después de aplicar las evaluaciones a los estudiantes con el modelo tradicional

Fuente: El Autor



Evaluación 2:

Modelo aula inversa	
Calificaciones	Estudiantes
Entre 9-10	5
Entre 7-8	30
Menos de 7	8
Total	43



Calificaciones obtenidas después de aplicar las evaluaciones a los estudiantes con el modelo aula inversa

Fuente: El Autor

De acuerdo a las evaluaciones aplicadas se puede dar cuenta que hubo un mejoramiento en las notas obtenidas por los estudiantes en un 12% (entre 7-8 puntos), lo que es muy significativo tomando en cuenta que es la primera vez que se aplica este modelo.

Al poner en práctica el método constructivista, se

puede ver un interés a lo distinto por parte de las personas que utilizaron el nuevo modelo, sobre todo con la creación de los videos editados por el mismo profesor en donde explica paso a paso la clase del tema propuesto. En las siguientes tablas se puede ver las ventajas y desventajas de utilizar el modelo de aula inversa, tanto para estudiantes como docentes.

ESTUDIANTE ISTCT	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
La transmisión es directa desde casa de forma virtual	No todos tienen un computador en sus casas, sin embargo, a través de los teléfonos celulares algunos lo realizaron y otros no.
Los trabajos subidos a la plataforma son vistos varias veces por los estudiantes, según el tiempo y organización de sus actividades.	La situación económica actual, no permite en algunos estudiantes usar el internet.
Se pudo apreciar que tiene un aprendizaje flexible y activo, desarrollan su propio aprendizaje constructivista.	Trabajo obligatorio, dado a una calificación cuantitativa del proceso.
Se sienten con un aprendizaje diverso, no común, ya que, revisaron videos interactivos, ejemplos resueltos y pasos a seguir para resolver las prácticas.	No todos llegan a un mismo nivel de comprensión del conocimiento al revisar videos.

El estudiante gestiona en parte su proceso de aprendizaje, puesto que los contenidos se encuentran disponibles todo el tiempo de manera online y puede consultarlos cada vez que crea necesario.	Algunos estudiantes son cabeza de familia y no tienen el tiempo apropiado para revisar todo el material que le ha sido asignado para la siguiente clase.
Promueve el autoconocimiento y fomenta el desarrollo de habilidades, como la creatividad, la resolución de problemas, el trabajo en grupo y la confianza en los métodos de desarrollo de una tarea.	Hay estudiantes que trabajan y no tienen el tiempo suficiente para desarrollar actividades.
Es posible crear comunidades de aprendizaje para compartir y debatir ideas.	Algunos estudiantes no tienen internet en sus casas.

Tabla 1. Ventajas y desventajas que tuvieron los estudiantes del ISTCT al utilizar el aula inversa.

Fuente: El Autor

DOCENTE ITSCT	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Se optimiza el tiempo en clase, se realiza directamente actividades de refuerzo con el tema dado.	Al revisar las actividades del blog, se crea la duda si fueron realizadas por ellos mismos o les dieron haciendo, en vista que no tienen mucho tiempo para realizar las tareas.
Se recibe información previa de los estudiantes, y se analiza cómo desarrollar las actividades de clase para poder repasar.	Hay una actualización de información tecnológica para preparar la plataforma de actividades, demanda tiempo extra en la planificación del mismo.
Una ventaja sobresaliente del Flipped Classroom es que a través de esta metodología el estudiante deja de ser un receptor pasivo de información para convertirse en el protagonista del proceso de enseñanza, mientras que el rol del docente es de guía y líder.	No todos los docentes tienen el tiempo adecuado para preparar este tipo de clase por dictar varias asignaturas.

Tabla 2. Ventajas y desventajas que tuvieron los docentes del ISTCT al utilizar el aula inversa.

Fuente: El Autor

Al analizar los diferentes parámetros, tanto de estudiantes como de docentes sobre el modelo de clase inversa y después de haberlo utilizado por un corto

tiempo, se puede llegar a comparar el modelo tradicional vs el modelo nuevo.



Clase tradicional	Clase Invertida
El docente prepara la materia y los contenidos que va a impartir en la siguiente clase.	El profesor utilizando una herramienta adecuada de TIC desarrolla la clase. Los estudiantes revisan toda la información enviada antes de asistir a ellas.
Los estudiantes atienden la ponencia magistral, hacen preguntas y toman notas si es necesario.	En la clase (aula) tanto profesor como alumnos se dedican a actividades para aplicar y revisar lo aprendido, hacen grupos de trabajo y realizan tareas.
El alumno realiza una actividad para mejorar la asimilación de la materia.	Los educandos que no tienen claro la información reciben apoyo personalizadas del docente.
El contenido de la asignatura se presenta en el aula y las actividades de práctica se asignan para realizarlas en casa.	Las indicaciones de las actividades o tareas se dan de manera virtual, de esta forma se tiene tiempo para realizar las actividades en clase.
Trabajo de manera grupal	Trabajo de manera individual
El docente es el centro del proceso de enseñanza aprendizaje	El estudiante es el centro del proceso de enseñanza aprendizaje
Única fuente de conocimiento el docente.	El maestro asume un rol de guía durante el proceso de aprendizaje de los estudiantes.
Se tiene poco tiempo para guiar de forma individual al estudiante, mientras aplica el conocimiento adquirido.	Involucra a los estudiantes en la construcción activa del conocimiento, es decir trabajan las 2 partes para lograr un mejor aprendizaje.
Si el educando no asistió a clases, se retrasa en cuanto a contenidos de la asignatura.	El alumno puede revisar la información el momento que lo decida, pues siempre está a su alcance.

Tabla 3. Modelo de Clase Tradicional vs Modelo de Clase Invertida

Fuente: El Autor

### Discusión y Conclusiones

El Gobierno de la República del Ecuador junto con el Ministerio de Educación, plantearon un Modelo Didáctico de Educación Integral para la Sociedad del Conocimiento y la Cultura Digital (2017-2021), “Clase inversa, Escuelas que me inspiran: Construyendo emprendimiento y prosperidad”. Aquí ponen énfasis en que la esencia del trabajo colaborativo es preparar a los estudiantes para un mundo real, donde los problemas se solventan en equipos multidisciplinarios y toda actividad deberá conducir a la construcción del aprendizaje por parte de los estudiantes con la asesoría del docente.

En un estudio realizado en Chile se obtuvieron algunas estadísticas donde muestran que este modelo produce resultados beneficiosos: (Colegio Mayor, 2017)

• 96% de los educadores que han usado esta metodología la recomendaría a sus colegas.

• 9 de 10 profesores notan un cambio positivo en la participación de los estudiantes.

• 71% dice que las calificaciones de sus estudiantes han mejorado.

En la Universidad Regional Autónoma de los Andes se han realizado varios estudios respecto al tema, entre ellos se tiene el realizado por el ABG. Salazar Bedón Marco Antonio, cuyo tema fue: “Aula Invertida y el proceso de aprendizaje a los estudiantes de la Escuela de Formación de Policías de la Sub Zona Cotopaxi N. 5 en materia de Código Orgánico Integral Penal”, aquí concluye que:

• La aplicación de la metodología involucra un mayor proceso de planificación por parte del Docente, también se requiere una mayor dedicación y consecuentemente el conocimiento pleno de la materia.

• Muchos docentes suelen subir a sitios on-line las diapositivas de la próxima clase o los videos de la

misma. Esto facilita la recopilación de información sobre la temática a estudiar en la clase.

### Conclusiones

No se puede afirmar que este modelo pedagógico pueda aplicarse en el 100% de los casos, es evidente que el estudiante necesita de recursos y conocimientos tecnológicos, por lo que algunos de ellos no podrán revisar la información enviada y sus conocimientos serán muy bajos en comparación con sus compañeros que si revisaron y realizaron todas las tareas emitidas.

El aula inversa se puede considerar como un método que depende de la variable tecnológica (herramientas como el internet), la misma, que puede no ser de calidad en algunos lugares o que el estudiante no tenga, por ello sería de mucha ayuda que los aportes al modelo incluyeran alternativas de aprendizaje cuando la conexión falle.

Después de cargar la información, incluyendo tareas, en el aula virtual se debería ver la forma de evaluar en clase el tema subido, para darse cuenta si el estudiante en realidad hizo la tarea o la dieron haciendo. De esta forma se comprobaría el aprendizaje de la asignatura, caso contrario, se podría percibir que el modelo evalúa solamente el proceso sin esperar evidencias individuales de los logros alcanzados en el aspecto cognitivo.

Al aplicar el aula invertida es necesario destacar el valor de la discusión en clase por sobre la entrega de trabajos escritos. Esto puede contribuir al desarrollo de actitudes éticas (evitando el copiar y pegar la información del internet), así como, acostumbrar al estudiante a citar autores y no apropiarse de las ideas de otros; en definitiva, se estaría combatiendo el plagio.

### REFERENCIAS.

- Aula Planeta (2015). 25 herramientas TIC para aplicar el aprendizaje colaborativo en el aula y fuera de ella. <http://www.aulaplaneta.com/2015/07/14/recursos-tic/25-herramientas-tic-para-aplicar-el-aprendizaje-colaborativo-en-el-aula-y-fuera-de-ella-infografia/>
- Barrera, A. G. (2013). El aula inversa: cambiando la respuesta a las necesidades de los estudiantes. Avances en supervisión educativa.
- Churches, A. (2009). Taxonomía de Bloom para la era digital. Eduteka. Recuperado, 11.
- Colegio Mayor, (2017). Clase invertida, <http://www.claseinvertida.com/?p=3547>, Santiago de Chile-Chile.
- Martin, A. P., Martin, D. D., Aguilera, I. L., Sanz (2018). Nuevas combinaciones de aula inversa con just in time teaching y análisis de respuestas de alumnos. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 21(1), 175-194.
- Ministerio de Educación del Ecuador, (2018), Aula Inversa, <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/07/modelo-didactico-clase-inversas.pdf>
- Rodríguez, W. P. (2016). Estudio de evidencias de aprendizaje significativo en un aula bajo el modelo flipped classroom. Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, (55), a325-a325.
- Salazar Bedon, M. A. (2017). Aula invertida y en proceso de aprendizaje a los estudiantes de la escuela de Formación de Policías de la Sub Zona Cotopaxi N° 5 en materia de código orgánico integral penal (Master's thesis).



**Línea de investigación:**  
**PATRIMONIO, TURISMO Y EDUCACIÓN**

Análisis comparativo de la adaptabilidad de la plataforma educativa google classroom vs. Moodle

Joffre Ruperto Paladines Rodríguez  
Nelly Maritza Alvarez Montaño,

**Departamento/Facultad/Escuela**  
Carrera Desarrollo de Software

**Universidad/Instituto**  
Instituto Técnico Superior Guayaquil

jpaldines@itsgg.edu.ec  
nalvarez@itsgg.edu.ec

**Resumen**

En la actualidad la educación superior se ha visto envuelta en la era tecnológica sobre la cual apoya gran parte de su aprendizaje. Se busca a través de medios virtuales empoderar a los estudiantes del contenido de las asignaturas como factor complementario. Elevando en ellos las competencias para poder acceder, procesar y seleccionar la información. El presente estudio tiene como objetivo hacer un análisis comparativo de la aceptación (adaptabilidad) de la plataforma educativa Google Classroom vs. Moodle. Permitiendo de esta manera mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje mejorando la interacción entre los docentes y estudiantes. Para lo cual se aplicó una metodología descriptiva de corte cualitativo tanto a los docentes como los estudiantes de segundo y tercer ciclo del Instituto Tecnológico Superior Guayaquil. Los resultados encontrados a través de encuestas ratifican un grado de aceptación de un 90% del uso de Google Classroom por ser una plataforma más sencilla de manejar. Mediante la opción de informes de actividad de uso de la aplicación Classroom se evidencia un alto índice del empleo de dicha plataforma por la comunidad educativa. Como conclusión se obtuvo que poner a los usuarios frente a una plataforma educativa con una interfaz amigable hace que su aceptación sea más rápida y confiable.

*Palabras Claves—*

*Aplicación, Google Classroom, interfaz, Moodle, Plataforma Educativa.*

**Abstract**

Nowadays higher education is immersed in technology upon which most of the learning happens. It is through virtual means, as a complementing factor, that teachers try to make students empower content, enhancing their competencies to access, process and select information. This work aims to make a comparative analysis of the acceptance (adaptability) of Google's learning platform vs. Moodle, enabling the teaching - learning process to improve, and enhancing teacher – student interaction. A qualitative descriptive methodology was applied to teachers and the students of second and third semester of the Guayaquil Higher Technological Institute- The findings, collected via surveys, ratify the acceptance of using Google Classroom in 90%, because this platform is easier to use. Through the option of Activity Report of the Classroom Platform, a high rate of the use of such platform is shown. As a result, it was known that providing users with a friendly interface-learning platform make their acceptance quicker and more reliable.

*Keywords*

*Application, Google Classroom, Interface, Moodle,*

## Introducción

La utilización de las Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) ha permitido la interacción entre docentes y estudiantes generando conocimiento a través escolaridad en línea, siendo esto la participación más activa de los estudiantes, quienes desarrollan y comparten información por diferentes medios y canales de comunicación, en este caso un EVA, que es el medio que permite generar información y conocimiento, así lo mencionan Caballero, Marcillo y Soto (2015) donde indican, “los EVA suelen existir herramientas para la mensajería privada, la realización de sesiones de chat, videoconferencias, foros de discusión, tutorías, entre otros.” (p. 59)

Los Software Educativos son programas de Computación, cuyo objetivo es instruir y educar, permite el accionar con la máquina a partir de las operaciones del Sistema Operativo Windows y sus aplicaciones. Estos programas serán utilizados desde el preescolar hasta el sexto grado en el proceso docente educativo, contribuyen a elevar la calidad del aprendizaje y posibilita una mejor atención al tratamiento de las diferencias individuales en correspondencia del diagnóstico de los educandos (PEÑA GÁLVEZ, 2000)

Es importante también mencionar que las plataformas permiten generar conocimiento y este compartirlo de forma colaborativa entre los miembros de la comunidad educativa desarrollando mayor interacción entre estudiantes y docentes, aplicando herramientas como evaluaciones, tareas, foros, chats entre otros. En este sentido los autores (Silva, 2017; Silva, Fernández Serrano, & Astudillo Cárdenas, 2016) que las plataformas tienen funcionalidad y facilidad las cuales tienen características configurables permitiendo la creación de actividades y evaluaciones tales como: cuestionario, pruebas en línea, foros, chat entre otras, en este caso las plataformas permiten a los docentes y estudiantes realizar actividades colaborativas incorporándolas adecuadamente al proceso de enseñanza-aprendizaje (Coicaud, 2016)

Muchas Instituciones de nivel superior utilizan el apoyo de recursos tecnológicos, así lo demuestran Vázquez, Álvarez, Guillaume, Montenegro, Mier, quienes manifiestan que “Los softwares educativos (SE), son aplicaciones o programas de computación que se utilizan como materiales de apoyo a la docencia, en el proceso de enseñanza aprendizaje (PEA), constituyendo una herramienta valiosa e imprescindible” (Vázquez et al., 2015, p. 508)

La utilización de las TIC en nuestro país está amparado en las políticas del Plana Nacional del Buen Vivir así lo establece en la política 2.7 literal b, expresa que: “Promover las capacidades generales de la población para el uso y fomento de plataformas, sistemas, bancos de información, aplicaciones y contenidos

que posibiliten a todos y todas obtener provecho de las tecnologías de información y comunicación” (Plan\_Nacional\_para\_el\_Buen\_Vivir, 2009, p. 173)

De acuerdo al Consejo de Educación Superior (CES) quién es que regenta el reglamento para Carreras y Programas Académico en Modalidades en Línea, a Distancia y Semipresencial o de Convergencia de Medios dentro del contexto de Ecuador en cuanto a la aplicación de las normativas de Gestión Tecnológica.

Art. 71.- Plataforma tecnológica. - “Todas las IES que oferten carreras y programas en línea y a distancia deberán tener una plataforma tecnológica, (...). Estas plataformas deberán apoyar a la organización del aprendizaje, debiendo facilitar espacios para el desarrollo de las actividades de docencia. (CES - Consejo de Educación Superior I Ecuador, 2015)

## Reglamento de Régimen Académico.

Todas las IES que oferten carreras y programas en línea deberán tener aplicaciones informáticas que permitan el acceso a los Campus Virtuales, éstos contendrán aulas virtuales de aprendizaje de tipo LMS (Learning Management System), exclusivamente para fines académicos.”.

## Problema planteado.

La utilización de una plataforma educativa o entornos virtuales de aprendizaje en el Instituto Tecnológico Superior Guayaquil se aplicó a partir del año 2016, con la finalidad de apoyar al proceso de aprendizaje de los estudiantes y elevar el nivel de enseñanza por parte de los docentes, ya que se carecía de un medio tecnológico por el cual se pueda retroalimentar las clases y poder compartir los recursos y materiales con los que se desarrollaba el proceso de enseñanza-aprendizaje, es así comienza una etapa de tecnificación, ya que la razón de ser del instituto es la utilización de la tecnología, en este sentido al inicio de la utilización de la plataforma educativa Moodle no existían mucha información tanto para el docente como para el estudiante.

La plataforma Moodle se utilizó hasta el periodo I-2018 a partir de esa fecha se implementa la plataforma Google Classroom de la paquetería de aplicaciones y herramientas de Suite Google, la razón principal por la que se decidió utilizar esta plataforma porque es mucho más fácil crear, organizar y asignar estudiantes a la asignaturas, para lo cual se presentaban varios inconvenientes como son estos: a) crear: períodos de clases o semestres, b) organizar: las asignaturas por carreras y niveles y c) asignar: carreras, cursos, materias, docentes y estudiantes. De acuerdo a la entrevista efectuada al Ing. Christian Carreño, gestor de ambientes de aprendizaje virtuales, indicó que la plataforma Moodle ya estaba



siendo utilizada cuando él ingreso como docente al ITSG, y esta había sido implementada por la Ing. Ja-neth Noroña docente que llevo a cabo este proceso, además manifiesta que adicionó algunos módulos para mejorar los procesos de aprendizaje, pero que administrar la plataforma Moodle es muy complicado ya que presenta las limitaciones que antes se mencionaron. Por lo que se analizó las funciones, ventajas y beneficios Google Classroom donde se pudo comprobar que permitía solucionar la problemática que se presentaba en cada semestre.

Una de las ventajas que mencionó es la forma fá-cil de asignar y crear los curso ya que classroom lo asocia al correo institucional que posee el ITSG, menciona que classroom que utilizan los docentes genera un código el cual permite adicionar a los estudiantes a las diferentes clases que ya se había organizado y planificado para cada periodo o ciclo de clases.

El presente estudio pretende determinar la aceptación y el uso de Clasroom por parte de los docentes del ITSG, ya que no servirá de gran ayuda las EVA sino son utilizadas principalmente por los docentes, otro problema que se plantea es el poco conoci-miento de la plataforma y de una planificación ade-cuada de los materiales, recursos y actividades que esta plataforma brinda, también se observa la falta de seguimiento de los docentes a las tareas y activi-dades enviadas a los estudiantes.

#### **Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA)**

Los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) nacen a partir de la década de los 90 como sistemas integrales los cuales fueron utilizados como apoyo al proceso de aprendizaje Colmenero & Gutiérrez (2018) permitiendo incorporar un conjunto de herramientas posibilitando subir contenidos, compa-rir información los cuales permiten generar cono-cimiento fomentando ambientes de colaboración e integración elevando la participación de estudiantes y docentes. Las Instituciones de Educación Superior (IES) han integrado dichas plataformas en sus pro-cesos de enseñanza-aprendizaje con el fin de apro-vechar los recursos tecnológicos de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Los EVA utilizadas en diversos niveles de educación han permitido organizar los contenidos educaciona-les y la interacción de los docentes y estudiantes favoreciendo el aprendizaje autónomo consideran-do las características autodidácticas Esteban-Albert & Zapata-Ros (2016), de acuerdo al informe de la Comisión Europea, done presentan los principios, objetivos y líneas de aplicación del eLearning como: “la utilización de las nuevas tecnologías multi-mediales y de Internet, para mejorar la calidad del aprendizaje facilitando el acceso a recursos y servicios, así como los intercambios y la colab-o-ración a distancia” (COMISIÓN DE LAS COMU-

NIDADES EUROPEAS, 2002)

#### **Plataformas educativas**

Las plataformas educativas se han convertido en apoyo incondicional dentro de los procesos educa-tivos a si lo menciona Ardila-Rodríguez (2011) ha-ciendo referencia a la utilización de las EVA: La formación en ambientes virtuales surge como nuevo paradigma metodológico, tanto para la inves-tigación como para la generación de nuevas estra-tegias y procesos educativos; obliga a las institucio-nes educativas, que implantan estos modelos a sus procesos, a asumir el reto de demostrar la cohesión entre calidad pedagógica y calidad tecnológica. (p. 191)

En tal sentido, en la educación superior dentro de un contexto de ambiente virtual, las EVA son considera-das como parte de los procesos lo cual comprende la representación a las actividades asociados a las actividades de enseñanza aprendizaje

#### **Eva Moodle**

Es una herramienta de gestión de aprendizaje (LMS) en inglés Learning Content Management (LCM) la cual es gratuita y de libre acceso, y esta creada para ayudar a los docentes a crear comunidades de aprendizaje en línea, además se la puede utilizar en diversas metodologías y estrategias de aprendizaje tales como: blended learning, educación a distancia, clase invertida.

Muchas Instituciones de nivel superior utilizan el apoyo de recursos tecnológicos, así lo demuestran Vázquez, Álvarez, Guillaume, Montenegro, Mier, quienes manifiestan que “Los softwares educativos (SE), son aplicaciones o programas de computa-ción que se utilizan como materiales de apoyo a la docencia, en el proceso de enseñanza aprendizaje (PEA), constituyendo una herramienta valiosa e im-prescindible” (Vázquez et al., 2015, p. 508)

“El uso de Moodle como EVA y fomentar el aprendi-zaje colaborativo entre el alumnado, para avanzar desde el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) al uso de las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento (TAC)” (Herrero Váz-quez y Torralba Burrial, 2016, p. 103)

Por mencionar algunas de las características de Moodle es la posibilidad que permite insertar conte-nidos multimediales, done el profesor puede subir imágenes, fotos, videos , presentaciones, documen-tales, contenidos de audios entre otros, dando una mayor importancia a los estímulos sensoriales que son aplicados para la enseñanza resultando esen-cial para elevar la motivación en los estudiantes (Peña, 2013), Moodle presenta una flexibilidad al docente para poder diseñar su curso y las activida-des planificadas, el orden, la frecuencia con la que establece actividades, también permite la posibili-dad de establecer actividades individuales o grupa-les, dependiendo del nivel de complejidad y dominio

de los temas en clase.

Moodle se empezó a utilizar en el Instituto Guayaquil a partir del 2016, para mejorar los procesos de aprendizaje e involucrando las TIC en dicho proceso y luego de un estudio minucioso por parte de algunos docentes, de tal manera que pueda estar a la vanguardia y ser un referente en la educación superior de la ciudad de Guayaquil.

### Eva Clasroom

Los avances de las TIC son de pasos agigantados en los tiempos actuales es importante encarar los retos a la cual se enfrenta las IES, en este sentido el Instituto Tecnológico superior Guayaquil, decide a partir del semestre II-2018 implementar la utilización de la plataforma Google Classroom, considerando los lineamientos que identificó Cebrián (1999) y menciona los siguientes:

a) la relación entre la teoría y la práctica; b) el cambio en el papel del profesorado, c) las variables del tiempo y del espacio; d) la relación entre la teoría y la práctica; e) la formación permanente de los profesionales; f) la naturaleza distintiva de los desarrollos tecnológicos, esto es, la capacidad de almacenaje y tratamiento de la información, así como las nuevas fórmulas de comunicación entre los individuos; g) únicamente son medios, por lo tanto, solo son herramientas para mejorar la calidad de la enseñanza, no un objetivo educativo y, h) la información no es conocimiento, por lo que es necesario la ayuda de expertos en la materia objeto de estudio para que el conocimiento se produzca.

Google Classroom permite ayudar dentro del proceso de aprendizaje específicamente cuando se lo aplica en línea, considerando que en la actualidad se aplican actividades que van enfocados a la autoeducación y la colaboración y generación de información, Zhang (2016) menciona: "Google Classroom ayuda a facilitar el aprendizaje en línea para los estudiantes de esta era de la información", así mismo se lo considera al Classroom como un sistema de gestión de aprendizaje o LSM, su función

principal es ayudar a los docentes de Google Apps en ahorrar tiempo, organizar las clases mejorando notablemente a comunicación con estudiantes (Guerra, 2014).

La plataforma Google Classroom fue creada en el año 2014, esta estaba asociada al paquete de Google Suite, al principio se encontraba disponible solamente para instituciones educativas que contaban con un contrato de Google Suite a la cual solamente podían acceder, en marzo del 2017 se libera y es accesible para cualquier persona que posea una cuenta de Google solicite acceso a Classroom, al igual que la plataforma Moodle, Classroom contiene herramientas similares la cual permite la interacción entre docentes y estudiante, las actividades que esta permite crear tales como: tareas, preguntas, evaluaciones, generar material audiovisual, así como la reutilización de toda una planificación de una materia para un curso determinado realizarla en otro con todas sus características.

Los centros educativos y las organizaciones sin ánimo de lucro obtienen Classroom como un servicio principal de G Suite para Centros Educativos y G Suite para Organizaciones sin Ánimo de Lucro, que son gratuitos. Las personas con una cuenta personal de Google también pueden usar Classroom de forma gratuita. Para las organizaciones, Classroom es un servicio adicional incluido en productos de G Suite como G Suite Enterprise o G Suite Business.(Google Apps Script)

Así mismo posee todas las aplicaciones y herramientas que brinda el Google Suite, dentro de las cuales podemos mencionar: Google Docs, Spreadsheet, Slides, Google Forms, así como también el servicio de almacenamiento y sincronización de espacio en la nube y uno de los mas importantes es el correo electrónico de Gmail. Los cursos o clases pueden ser organizados por el docente quien es la persona que habilita a los estudiantes a integrarse a la plataforma mediante un enlace o código que el docente genera y comparte con sus estudiantes.

### Ventajas de Google Classroom y Moodle

Ventajas	Características Google Classroom	Características Moodle
<b>Enfoque académico</b>	El profesor crea una clase y añaden a sus alumnos directamente o bien les proporciona un código para que se apunten ellos mismos.	Facilita la comunicación de los docentes y estudiantes fuera del horario de clases, en ellos que podemos incluir gran variedad de actividades y hacer un seguimiento exhaustivo del trabajo de los estudiantes
<b>Agilidad</b>	Con un flujo de trabajo sencillo el profesor puede crear, asignar, revisar y poner nota a las tareas de forma ágil y desde una misma página sin necesidad de documentos en papel.	Ayuda al aprendizaje cooperativo ya que permite la comunicación a distancia mediante foros, correo y chat.



<b>Organización.</b>	El alumno puede ver todas las tareas en una página específica y todos los materiales de clase se archivan automáticamente en carpetas de Google Drive	Los recursos que el docente entrega a sus estudiantes pueden ser de cualquier fuente y con cualquier formato
<b>Comunicación.</b>	A través de Classroom el profesor puede enviar notificaciones al alumnado para iniciar debates. Los alumnos pueden compartir recursos con sus compañeros y ofrecer respuestas a preguntas en el muro de novedades.	Dispone de varios temas o plantillas fáciles de modificar, traducido a más de 70 idiomas
<b>Gratuidad</b>	A través de Classroom el profesor puede enviar notificaciones al alumnado para iniciar debates. Los alumnos pueden compartir recursos con sus compañeros y ofrecer respuestas a preguntas en el muro de novedades.	Lleva registro de acceso de los estudiantes y un historial de las actividades de cada estudiante

Ilustración 1 Ventajas de Google Classroom

### Metodología

Dentro del proceso metodológico la investigación aplicó un diseño descriptivo por el valor de su medición, tal como lo indica Díaz y Calzadilla (2016) que: "las investigaciones descriptivas, en última instancia, se interesan en medir con la mayor precisión posible" Dentro del proceso metodológico la investigación aplicó un diseño descriptivo por el valor de su medición, tal como lo indica Díaz y Calzadilla (2016) que: "las investigaciones descriptivas, en última instancia, se interesan en medir con la mayor precisión posible" (p. 118). Debido a que se necesita una aproximación real de los datos solicitados para el resultado de la investigación, fue necesario tener en consideración la aplicación de un método cualitativo, ya que ella está definida como "Un estudio cualitativo no es un análisis impresionista, informal basado en una mirada superficial a un escenario o personas. Es una pieza de investigación sistemática conducida con procedimientos rigurosos, aunque no necesariamente estandarizados" (López y Sandoval, 2016, p. 3)

Dentro del proceso para obtener información se utilizó la recolección de datos basados en los medios de fuentes de información tal como lo manifiestan Torres, Paz y Salazar (2014) donde indican: "Son todos aquellos medios de los cuales procede la información, que satisfacen las necesidades de conocimiento de una situación o problema presentado, que posteriormente será utilizado para lograr los objetivos esperados" (p. 3). Adicional dentro de este proceso se decidió aplicar la clasificación de fuentes

primarias para obtener una información fiable; razón por la cual se aplicó el instrumento de evaluación directamente sobre la población de los docentes del Instituto, ya que se respalda la teoría de Torres, Paz y Salazar (20014) que indican: "Las fuentes primarias son aquellas en las que los datos provienen directamente de la población o muestra de la población" (p. 3).

Por tanto, dentro del proceso de recolección de datos se aplicó una encuesta dirigida a docentes de las diferentes carreras que oferta el Instituto Superior Tecnológico Guayaquil, en donde se puntuó que el contenido de los ítems tenga relación directa con la aceptación entre las 2 plataformas educativas Google de Clasrroom y Moodle, para de esta forma realizar un análisis comparativo una vez tabulado los resultados obtenidos. Los indicadores de la encuesta ayudaron a obtener las métricas para conocer la frecuencia de acceso a ambas plataformas, su usabilidad para el registro de actividades académicas con los estudiantes.

Debido a que se necesita una aproximación real de los datos solicitados para el resultado de la investigación, fue necesario tener en consideración la aplicación de un método cualitativo, ya que ella está definida como "Un estudio cualitativo no es un análisis impresionista, informal basado en una mirada superficial a un escenario o personas. Es una pieza de investigación sistemática conducida con procedimientos rigurosos, aunque no necesariamente estandarizados" (López y Sandoval, 2016, p. 3)

## Resultados

Antes de empezar a presentar los resultados obtenidos en esta investigación, es necesario establecer que ha existido un crecimiento importante de docentes que se encuentran utilizando las plataformas educativas en los diferentes periodos y ciclos de clases.

**Cantidad de Docentes que utilizaron plataformas educativas en el Instituto ITSG**

Años	2014	2015	2016	2017	2018
Docentes	50	60	70	90	197

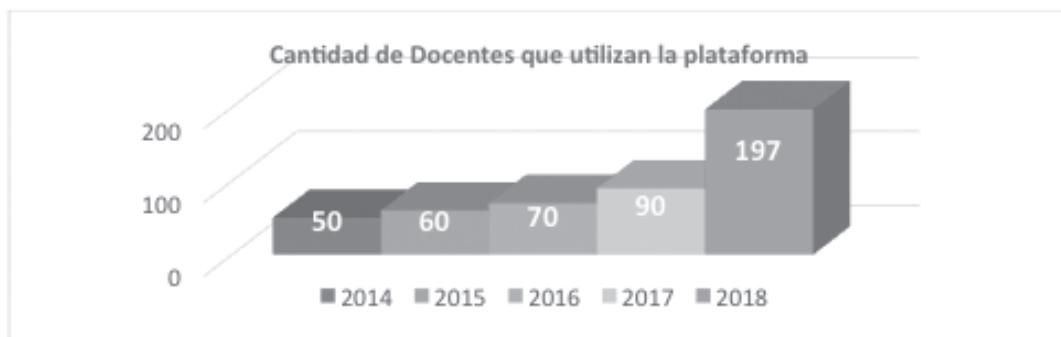


Gráfico Estadístico 1 Cantidad de docentes que utilizan plataforma educativa

En el siguiente cuadro se evidencia las actividades desarrolladas por los docentes a partir del año 2016 cuando se implementó la plataforma educativa Moodle

**Actividades que se utilizaron dentro de la Plataforma Educativa Moodle**

Año 2016	Blogs	Talleres	Videos
Enero a junio	70	60	70
Enero a junio	30	40	30



Gráfico Estadístico 2 Actividades desarrolladas en el 2016

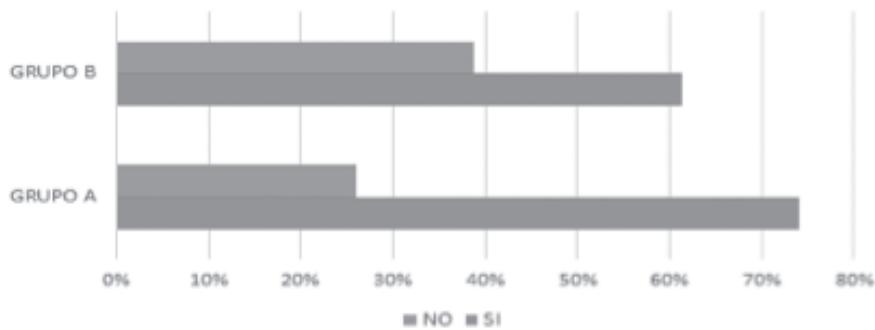
## PREGUNTAS

Grado de acuerdo con la incidencia positiva sobre el uso de plataformas educativas, aplicada a los docentes del Instituto Superior Guayaquil tanto a hombres como a mujeres segmentados en grupos respectivamente

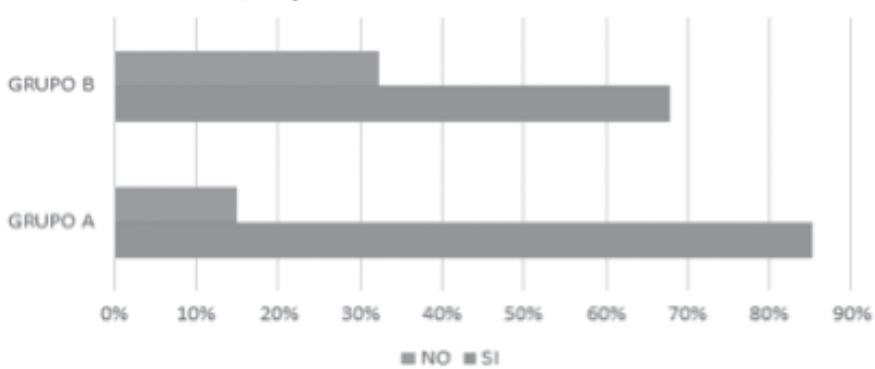
1. Considera que los ambientes virtuales ayudan a reforzar el aprendizaje de los estudiantes
- A. TOTALMENTE EN DESACUERDO  
 B. EN ACUERDO  
 C. INDECISO  
 D. DE ACUERDO  
 E. TOTALMENTE DE ACUERDO



Gráfico 1. Consideración de las ayudas que prestan los ambientes virtuales



Fuente: Joffre Paladines, Nelly Álvarez.

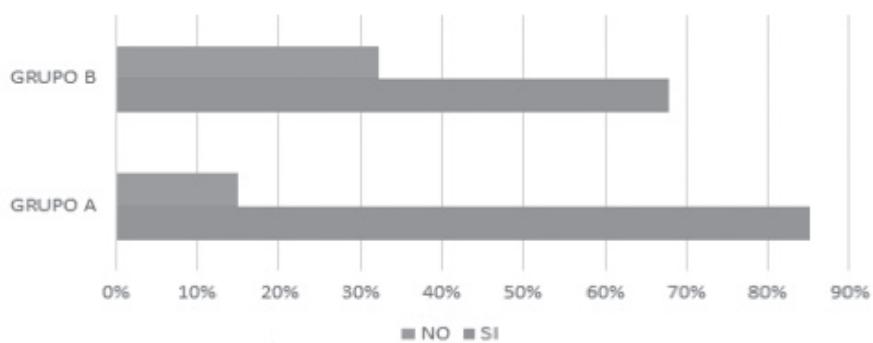


Fuente: Joffre Paladines, Nelly Álvarez.

Medición de criterios sobre la existencia de plataformas educativas, que pueden ser usadas de forma gratuita por los docentes del Instituto Superior Guayaquil tanto a hombres como a mujeres segmentados en grupos respectivamente

2. Considera que existe en el mercado una amplia gama de plataformas virtuales gratuitas que pueden ayudar a su labor como docente.

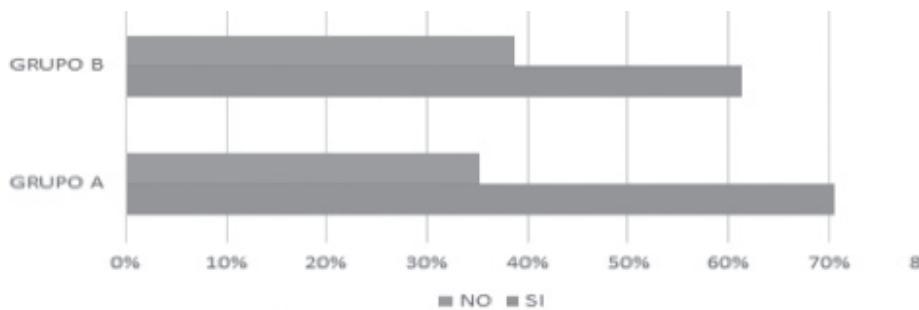
Gráfico 2. Conocimiento de la existencia de plataformas virtuales



Fuente: Joffre Paladines, Nelly Álvarez.

Medición de criterios sobre el acceso de las plataformas educativas de Google classroom en relación con la plataforma Moodle, por los docentes del Instituto Superior Guayaquil tanto a hombres como a mujeres segmentados en grupos respectivamente.

3. Considera que el acceso es más eficiente en la plataforma educativa de Google classroom en relación con la de Moodle.

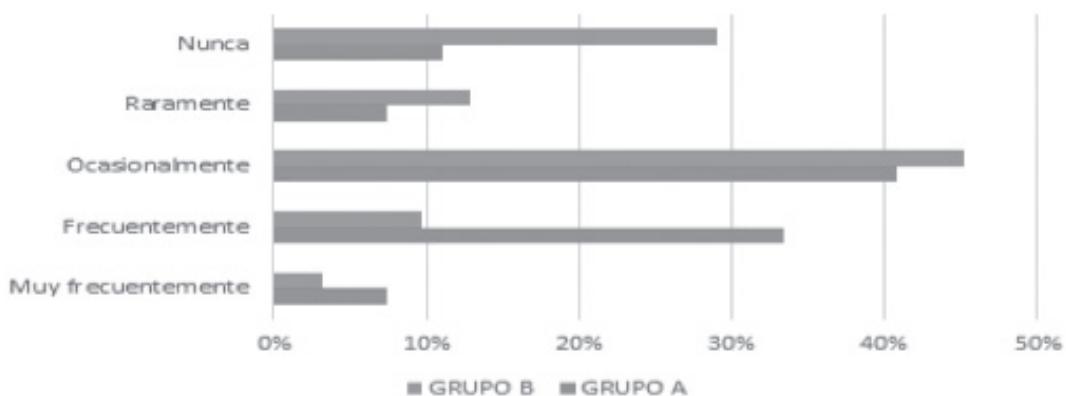


Fuente: Joffre Paladines, Nelly Álvarez.

Medición de criterios sobre la frecuencia de uso para trabajos académicos en la plataforma educativas de Google classroom en relación con la plataforma Moodle, por los docentes del Instituto Superior Guayaquil tanto a hombres como a mujeres segmentados en grupos respectivamente.

4. Con que frecuencia asistió su trabajo académico por medio de la plataforma educativas de Google classroom en relación con la plataforma Moodle

Gráfico 4: Frecuencia de uso de la plataforma educativas de Google classroom

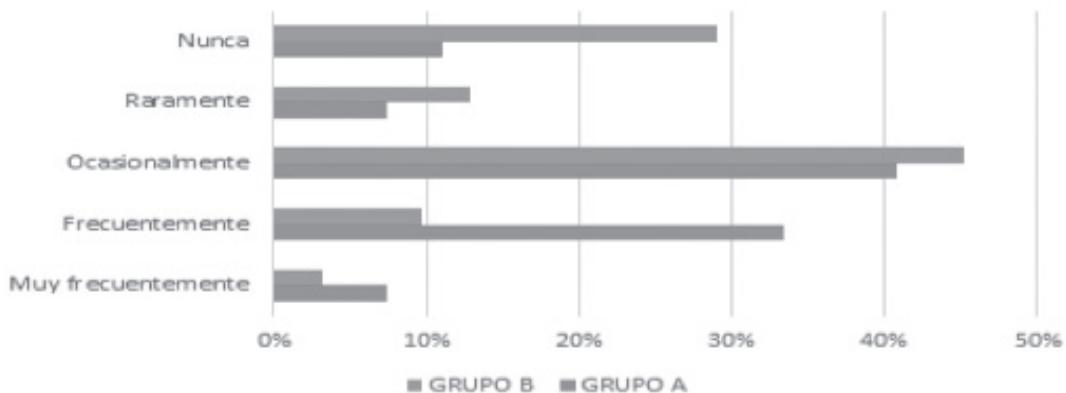


Fuente: Joffre Paladines, Nelly Álvarez.

Medición de criterios sobre la frecuencia de recepción de información sobre el uso de la plataforma educativas de Google clasroom en relación con la plataforma Moodle, por los docentes del Instituto Superior Guayaquil tanto a hombres como a mujeres segmentados en grupos respectivamente.

5. Considera que obtuvo más información de la plataforma educativas de Google classroom en relación con la plataforma Moodle.

Gráfico 5: Frecuencia de recepción de información con relación a los servicios de las plataformas educativas.



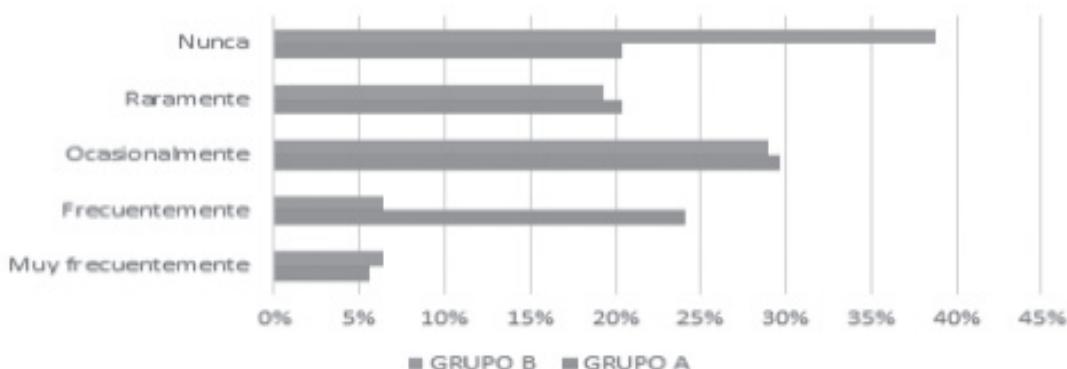
Fuente: Joffre Paladines, Nelly Álvarez.



Medición de criterios sobre la frecuencia de recepción de información sobre cambios o mejoras de la plataforma educativas de Google classroom en relación con la plataforma Moodle, por los docentes del Instituto Superior Guayaquil tanto a hombres como a mujeres segmentados en grupos respectivamente.

6. Con que frecuencia obtuvo más información de las actualizaciones periódicas de la plataforma educativas de Google classroom en relación con la plataforma Moodle.

Gráfico 6: Frecuencia de recepción de información con relación a actualizaciones o cambios en el manejo de la plataforma educativas de Google classroom en relación con la plataforma Moodle

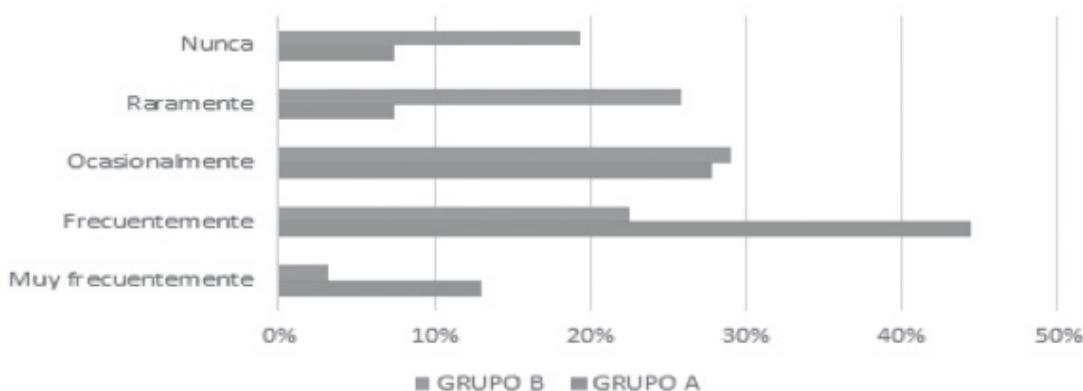


Fuente: Joffre Paladines, Nelly Álvarez.

Medición de criterios sobre la frecuencia periódica realizaba la asignación de trabajos académicos en plataforma educativas de Google classroom en relación con la plataforma Moodle, por los docentes del Instituto Superior Guayaquil tanto a hombres como a mujeres segmentados en grupos respectivamente.

7. Considera que asignaba con mayor frecuencia la asignación de trabajos usando la plataforma educativa de Google classroom en relación con la de moodle

Gráfico 7: Frecuencia con que los docentes asignan trabajos académicos en la plataforma educativa de Google classroom en relación con Moodle.



Fuente: Joffre Paladines, Nelly Álvarez.

A partir de las encuestas realizadas se obtuvieron resultados que permitieron el desarrollo del proceso de investigación, para lo cual después de su aplicación se dividió en dos grupos a los encuestados considerando las opciones de su género, la conocer a más detalle el grado de aceptación en los docentes. El primer grupo denominado grupo A son a docentes

de género femenino y el segundo grupo denominado grupo B son de género masculino.

Con relación a los resultados obtenidos en la encuesta en cuanto al conocimiento de que uno de los indicadores para acreditación de las universidades es el uso por parte de la comunidad académica de

los ambientes de aprendizajes virtuales (Gráfico 1). El resultado indica que existe un margen de diferencia de 13 puntos porcentuales entre los grupos A y B en cuanto al nivel de conocimiento de este aspecto, valor que es relativamente significativo, lo que evidencia que es necesario difundir y hacer más énfasis sobre esta situación entre los docentes y estudiantes a fin de que se concienticen en el sentido de que al usar esta herramienta digital.

En el caso de la segunda interrogante (Gráfico 2) referente al grado de conocimiento de los docentes en relación con la existencia de otras plataformas educativas de libre acceso y uso, los resultados de la encuesta aplicada a los docentes de género femenino (Grupo A) y el grupo de los docentes encuestados de género masculino (Grupo B) arrojaron una diferencia de 17% en el dominio del conocimiento de otras plataformas educativas existentes en el mercado que sean de libre uso y acceso. Se hace evidente que si un docente desconoce la gama de otras plataformas educativas jamás utilizará este recurso ni se beneficiara de los servicios que ofrece.

Con relación a la tercera interrogante (Gráfico 3) sobre el acceso a la plataforma de Google classroom en relación a la de Moodle desde cualquier equipo con capacidad de acceso a Internet independiente mente de que el usuario se encuentre o no dentro del su perímetro del Instituto (Gráfico 3), los resultados indican que existe un importante porcentaje de docentes en ambos grupos que desconocen que es posible acceder a la plataforma educativa desde cualquier punto, equipo y lugar, fue necesario formular esta pregunta, considerando que muchos docentes aún desconocen las actividades de la plataforma educativa. Estos resultados evidencian que es necesario difundir esta información entre toda la comunidad académica.

En el caso de la interrogante 4 (Gráfico 4) donde se aplicó la escala de Likert se indago sobre la frecuencia de acceso a la biblioteca institucional de los estudiantes estableciendo que en el grupo A el 81% de los encuestados accede al menos ocasionalmente a la plataforma educativa, mientras que en el grupo B obtuvo únicamente 51% de los encuestados accede al menos de manera ocasional a la plataforma educativa. Estos resultados evidencian que una gran parte de los encuestados no utilizan los servicios que le brinda la plataforma educativa lo cual hace necesario que se realicen iniciativas que propicien el uso de este recurso por parte de los estudiantes.

Con relación a la interrogante 5 (Gráfico 5) se indago a la frecuencia con que los docentes reciben información sobre los servicios que presta la plataforma educativa institucional, los docentes del grupo A señalaron que al menos un 70% reciben información ocasional, frecuente o muy frecuente con relación a los servicios que proporciona la biblioteca vir-

tual institucional, en tanto en el grupo B los docentes señalaron en un 52% que reciben información entre ocasional, frecuente o muy frecuente. Esta diferencia evidencia que es necesario implementar nuevas estrategias que posibiliten difundir con una mayor eficiencia los servicios que proporciona la plataforma educativa Institucional.

Los resultados de la interrogante 6 (Gráfico 6) relacionada con la frecuencia de recepción de información con respecto a actualizaciones o cambios en el manejo de la plataforma educativa, un 59% de docentes del grupo A señalo que recibe información al menos de manera ocasional, en tanto que en el grupo B el porcentaje es del 42%, siendo este uno de los resultados más deficitarios de los obtenidos en la investigación. Este resultado evidencia que los usuarios en un gran número tienen la percepción de que no se les ha hecho participes de la comunicación relacionada con actualizaciones en la plataforma educativa institucional, a pesar de que Google de classroom envía mensajes en cada aula creada cuando existen nuevos cambios.

Con respecto a la interrogante 7 (Gráfico 7) relacionada con la frecuencia con que los docentes asignan trabajos que requieren el uso de la plataforma educativa institucional se evidencio una diferencia considerable del 30% entre los grupos A y B considerando que en el primer grupo el porcentaje de docentes que reciben tareas mediante el uso de la plataforma educativa institucional de manera ocasional, frecuente o muy frecuentemente llega a un total del 85% en tanto que en el segundo grupo esta misma categoría llega al 55%. Estos resultados evidencian que uno de los aspectos clave al momento del éxito en el grado de utilización de las diferentes opciones que nos brinda esta herramienta.

## Conclusiones

Se ha considerado la utilización de Google Classroom en base a un estudio comparativo entre la plataforma Moodle, evaluando muchas características y parámetros entre las principales se ha considerado que las dos plataformas son de acceso libre (abierto), se establece utilizarlo ya que el ITSG cuenta con un paquete de Google Suite el que permite acceder a la mayoría de las herramientas que este ofrece entre ellas a Classroom. Al ser una plataforma de fácil acceso ya que todo se basa en la funcionalidad del correo electrónico, el cual se ha configurado para que los estudiantes al momento de ingresar lo realicen a través del correo institucional y de esa manera puedan utilizar todas las aplicaciones y herramientas que brinda.

Además, los profesores y alumnos podrán trabajar más fácilmente tras la nueva actualización de Google Classroom, y podrán hacerlo sin necesidad de estar en clase gracias al nuevo sistema de anotacio-



nes colaborativas. Para los profesores vendrá muy bien a la hora de corregir los deberes o destacar párrafos de interés en documentos que hayan compartido con la clase, mientras que los alumnos podrán hacer bocetos de problemas matemáticos o añadir dibujos a sus respuestas.

Los alumnos pueden tener todo el contenido y el material de la clase en el mismo lugar o desde casa o cualquier otro lugar a través de un medio electrónico o un dispositivo. Todo eso sucede en tiempo real pues cada pregunta o corrección se va actualizando en el instante. Finalmente, los alumnos también pueden enviar sus tareas a través de esta plataforma. Esto significa que alumnos y profesores pueden participar de conversaciones instantáneas y colaborar en tareas incluso estando lejos

### Recomendaciones

De acuerdo a las experiencias obtenidas en el transcurso del periodo II-2018 sobre la utilización de Google Classroom en el ITSG, se recomienda realizar las siguientes actividades:

- Capacitación a todos los docentes del ITSG en la utilización y aplicación de actividades y recursos para cada asignatura.
- Capacitar a los estudiantes en la utilización de la plataforma Classroom, de tal manera que puedan aprovechar por completo la funcionalidad de la plataforma cumpliendo con la finalidad de la construcción del aprendizaje de forma colaborativa.
- Desarrollar una guía didáctica para la aplicación y desarrollo de actividades, tareas y evaluaciones, las cuales permitan mejorar y elevar el grado de aprendizaje en los estudiantes motivándolos para generación de conocimiento de forma colaborativa.

### BIBLIOGRAFÍA

- Ardila-Rodríguez, M. (2011). Indicadores de calidad de las plataformas educativas digitales.
- Caballero, A., Marcillo, C., & Soto, J. (2015). Utilización del entorno de aprendizaje virtual de la universidad como soporte a los cursos masivos en línea y abiertos. *Cumbres*, 1(1), 57-62. Recuperado de <http://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres/article/view/6>
- Cazco, G. H. O., Tejedor, F. J. T., & Álvarez, M. I. C. (2017). Meta-análisis sobre el efecto del software educativo en alumnos con necesidades educativas especiales. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 35-52. Recuperado de <http://revistas.um.es/rie/article/view/240351>
- Cebrián, M. (1999). Recursos tecnológicos para la docencia universitaria. RUIZ, J. *Aprender y enseñar en la universidad. Iniciación a la docencia*. Jaén: Universidad de Jaén.
- CES. (2015a). CES - Consejo de Educación Superior | Ecuador - Reglamentos Expedidos por el CES | CES - Consejo de Educación Superior | Ecuador. Recuperado 24 de marzo de 2019, de [http://www.ces.gob.ec/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&id=12&Itemid=303&limitstart=20](http://www.ces.gob.ec/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=12&Itemid=303&limitstart=20)
- CES. (2015b). Reglamentos Expedidos por el CES - Reglamentos Expedidos por el CES | CES - Consejo de Educación Superior | Ecuador. Recuperado 1 de marzo de 2018, de [http://www.ces.gob.ec/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&id=12&Itemid=303&limitstart=20](http://www.ces.gob.ec/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=12&Itemid=303&limitstart=20)
- Coicaud, S. (2016). Planteos y replanteos acerca de la Tecnología Educativa como campo de conocimiento y de formación. Espacios en Blanco. *Revista de Educación (Serie Indagaciones)*.
- Colmenero, M. R., & Gutiérrez, R. C. (2018). Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) como herramienta didáctica para la docencia de Sociología de la Educación con metodología CLIL. REDU. *Revista de Docencia Universitaria*, 16(2), 265–279.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. (s. f.). Informe de la Comisión de las Comunidades Europeas. Recuperado 22 de marzo de 2019, de [https://www.google.com/search?ei=zWeVXPviJPLP-5gK9kp1w&q=La+Comisi%C3%B3n+Europea+presenta+los+principios%2C+objetivos+y+l%C3%ADneas+de+acci%C3%B3n+de+el+eLearning como+%C2%ABlas+utilizaci%C3%B3n+de+las+nuevas+tecnolog%C3%ADas++multimediales++y++de++Internet%2C++para+mejorar++la++calidad++del++aprendizaje++facilitando++el++acceso++a++recursos++y++servicios%2C++as%C3%AD+como++los++intercambios++y++la++colaboraci%C3%B3n+distancia&oq=La+Comisi%C3%B3n+Europea+presenta+los+principios%2C+objetivos+y+l%C3%ADneas+de+acci%C3%B3n+de+el+eLearning como+%C2%ABlas+utilizaci%C3%B3n+de+las+nuevas+tecnolog%C3%ADas++multimediales++y++de++Internet%2C++para+mejorar++la++calidad++del++aprendizaje++facilitando++el++acceso++a++recursos++y++servicios%2C++as%C3%AD+como++los++intercambios++y++la++colaboraci%C3%B3n+distancia&gs\\_l=psy-ab.3...270052.270578..271781...0.0..0.11.11.1.....1....1j2..gws-wiz.....0.Dkq-yKs2AWs](https://www.google.com/search?ei=zWeVXPviJPLP-5gK9kp1w&q=La+Comisi%C3%B3n+Europea+presenta+los+principios%2C+objetivos+y+l%C3%ADneas+de+acci%C3%B3n+de+el+eLearning como+%C2%ABlas+utilizaci%C3%B3n+de+las+nuevas+tecnolog%C3%ADas++multimediales++y++de++Internet%2C++para+mejorar++la++calidad++del++aprendizaje++facilitando++el++acceso++a++recursos++y++servicios%2C++as%C3%AD+como++los++intercambios++y++la++colaboraci%C3%B3n+distancia&oq=La+Comisi%C3%B3n+Europea+presenta+los+principios%2C+objetivos+y+l%C3%ADneas+de+acci%C3%B3n+de+el+eLearning como+%C2%ABlas+utilizaci%C3%B3n+de+las+nuevas+tecnolog%C3%ADas++multimediales++y++de++Internet%2C++para+mejorar++la++calidad++del++aprendizaje++facilitando++el++acceso++a++recursos++y++servicios%2C++as%C3%AD+como++los++intercambios++y++la++colaboraci%C3%B3n+distancia&gs_l=psy-ab.3...270052.270578..271781...0.0..0.11.11.1.....1....1j2..gws-wiz.....0.Dkq-yKs2AWs)

Díaz, V. P., & Calzadilla, A. (2016). Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científica en las Ciencias de la Salud. *Revista Ciencias de la Salud*, 14(1), 115-121. <https://doi.org/10.12804/revsalud14.01.2016.10>

Esteban-Albert, M., & Zapata-Ros, M. (2016). Estrategias de aprendizaje y eLearning. Un apunte para la fundamentación del diseño educativo en los entornos virtuales de aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia*, (50).

ESTRATEGIAS Y MODELOS DE NEGOCIO | ENRIQUE PIÑERO ESTRADA | Comprar libro 9788499612003. (s. f.). Recuperado 23 de agosto de 2017, de <https://www.casadellibro.com/libro-estrategias-y-modelos-de-negocio/9788499612003/2586411>

Google Apps Script. (s. f.). Acerca de Classroom - Ayuda de Classroom. Recuperado 25 de marzo de 2019, de [https://support.google.com/edu/classroom/answer/6020279?hl=es&ref\\_topic=7175444](https://support.google.com/edu/classroom/answer/6020279?hl=es&ref_topic=7175444)

Guerra, J. C. (2014). Google Classroom: un aterrizaje forzoso. Recuperado 25 de marzo de 2019, de <http://juancarikt.blogspot.com/2014/06/google-classroom-un-aterrizaje-forzoso.html>

Herrero Vázquez, M., & Torralba Burrial, A. (2016). Comunidades virtuales de aprendizaje colaborativo en Moodle en la formación inicial de Maestros en Educación Primaria en Didáctica de las Ciencias Experimentales. EDUNOVATIC2016, I Congreso Virtual Internacional sobre Educación, Innovación y TIC. Recuperado de <http://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/39322>

López, N., & Sandoval, I. (2016). Métodos y técnicas de investigación cuantitativa y cualitativa [Working Paper]. Recuperado de <http://148.202.167.116:8080/xmlui/handle/123456789/176>

PEÑA GÁLVEZ, R. L. (2000). Orientaciones Metodológicas primer grado, Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, 2.

Peña, M. O. (2013). La plataforma Moodle: características y utilización en ELE. *Actas del XXIV Congreso Internacional de la ASELE*, 913–921.

Plan\_Nacional\_para\_el\_Buen\_Vivir.pdf. (s. f.). Recuperado de [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan\\_Nacional\\_para\\_el\\_Buen\\_Vivir.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan_Nacional_para_el_Buen_Vivir.pdf)

Sánchez, J., & Ruiz, J. (s. f.). recursos didácticos y tecnológicos en educación libro 1802 | educar instruir I. Recuperado 28 de febrero de 2018, de <https://www.sintesis.com/educar-instruir-71/recursos-didacticos-y-tecnologicos-en-educacion-libro-1802.html>

Serna, M. C. de la. (2011). Los centros educativos en la sociedad de la información y el conocimiento. Procesos educativos con TIC en la sociedad del conocimiento, 2011, ISBN 978-84-368-2475-9, págs. 23-32, 23-32. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3621826>

Serna, M. C. de la, & Arrufat, M. J. G. (2011). Procesos educativos con TIC en la sociedad del conocimiento. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=445731>

Silva, J. (2017). Un modelo pedagógico virtual centrado en las E-actividades. *Revista de Educación a Distancia*, (53).

Silva, J., Fernández Serrano, E., & Astudillo Cavieres, A. (2016). Modelo interactivo en red para el aprendizaje: Hacia un proceso de aprendizaje online centrado en el estudiante. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 49, 225-238.

Torres, P. I. M., Paz, I. K., & Salazar, I. F. G. (s. f.). METODOS DE RECOLECCION DE DATOS PARA UNA INVESTIGACIÓN. 25.

Vázquez, C., Jesús, T. de, Álvarez Rodríguez, J., Guillaume Ramírez, V., Montenegro Ojeda, Y., & Mier Sanabria, M. (2015). Elaboración de Software Educativo para la asignatura Introducción a la Estomatología Integral. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 14(4), 506-515. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1729-519X2015000400014&lng=es&nrm=iso&tlang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1729-519X2015000400014&lng=es&nrm=iso&tlang=es)

Zhang, M. (2016). *Teaching with Google Classroom*. Packt Publishing Ltd.

# ARTES MUSICALES



**Línea de investigación:**

ARTES MUSICALES

---

Creación de Sonidos Sintéticos a Tiempo Real mediante el Lenguaje de Programación Gráfico Pure Data

---

Christian Andrés Morales Torres  
María Viviana Murillo Párraga

---

**Departamento/Facultad/Escuela**  
Tecnología en Sonido y Acústica  
Facultad de Comunicación Social

---

**Universidad/Instituto**  
Instituto Superior Tecnológico Yavirac  
Universidad de Guayaquil

---

christian.morales@itae.edu.ec  
maria.murillopa@ug.edu.ec

**Introducción:**

Este artículo contempla la implementación del lenguaje de programación gráfico Pure Data para la creación de sonidos sintéticos a tiempo real mediante el proceso denominado Audio Procedural. Por sonidos sintéticos nos referiremos a los generados mediante técnicas de síntesis sonora electrónicas y por Audio Procedural nos referimos al sonido tratado como un proceso en vez de al sonido como información almacenada. A diferencia de las grabaciones tradicionales que involucran el uso de micrófonos para registrar los sonidos reales y almacenarlos en formatos de archivos de audios digitales, el audio procedural permite construir el sonido mediante algoritmos que controlan el comportamiento mismo de la información, permitiendo generar sonidos de objetos o fuentes, cuya accesibilidad de grabación es limitada o imposible de realizar por los métodos convencionales, permitiendo además la manipulación de sus parámetros a tiempo real con propósitos derealismo y flexibilidad en el diseño sonoro para los distintos campos de aplicación.

Los ejemplos de simulación de sonidos que se presentan a continuación corresponden a la categoría de sonidos artificiales. Se abordarán los tonos telefónicos de teclado DTMF (Dual-tone multi-frequency) y los correspondientes a las cadencias en una central telefónica para el Tono de Invitación a Marcar, Tono de Ocupado y Tono de Llamada. Los modelos son obtenidos de la recopilación de datos de los documentos formales Libro Azul "Recomendaciones generales sobre la conmutación y la señalización telefónicas" del Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico CCITT y el documento "Diferentes Tonos Utilizados en las Redes Nacionales (Según La Recomendación Uit-T E.180 (03/1998))" de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT. La técnica de síntesis sonora aditiva a emplearse, permitirá generar frecuencias sinusoidales independientes que se sumen para generar los tonos descritos en ambos documentos.

**Desarrollo:**  
**Síntesis Aditiva**

La técnica de Síntesis aditiva se la conoce por su particular implementación de osciladores individuales para la generación de tonos puros sinusoidales que permitan reconstruir cualquier sonido existente, al menos desde el punto de vista teórico. Si bien su implementación en la práctica es de un alto consumo de recursos y sus resultados de tiembre no son musicalmente atractivos, han sido los responsables del característico sonido de los primeros sintetizadores que dieron origen a la música electrónica. En el caso de generación de sonidos artificiales como el de alarmas o tonos telefónicos con parámetros muy bien establecidos, se convierte en una técnica ideal. La siguiente forma esquemática corresponde a la suma de salidas de señales por osciladores sinusoidales.

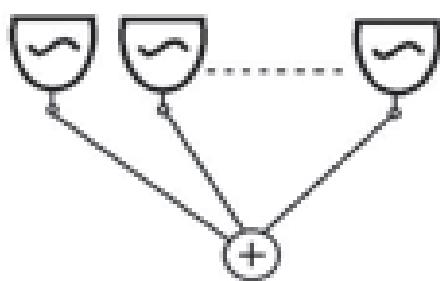


Fig. 1 Esquema de Síntesis Aditiva

## 2.2 Códigos DMTF

Para el ejemplo de audio procedural por síntesis aditiva aplicado en Pure Data que se presentará, se ha escogido emular los sonidos de un teclado de teléfono digital moderno que se basa en la codificación DTMF (Dual-tone multi-frequency) en donde se suman las frecuencias de un grupo de frecuencias inferiores conformadas por 697Hz, 770 Hz, 852 Hz, 941 Hz y un grupo de frecuencias superiores conformadas por 1209 Hz, 1336 Hz, 1477 Hz y 1633 Hz para cada tecla que se pulse como se especifica en la siguiente figura y tabla de frecuencias:

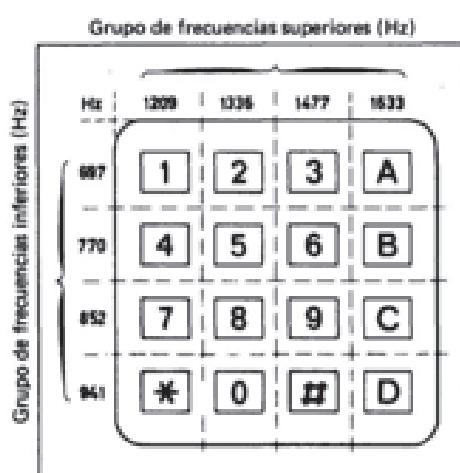


Fig. 2 Atribución de Frecuencias a los diferentes símbolos y cifras del Teclado/ CCITT 48430

Tecla	Frecuencias	Tecla	Frecuencias
1	697+1209 Hz	7	852+1209 Hz
2	697+1336 Hz	8	852+1336 Hz
3	697+1477 Hz	9	852+1477 Hz
4	770+1209 Hz	*	941+1209 Hz
5	770+1336 Hz	0	941+1336 Hz
6	770+1477 Hz	#	941+1477 Hz

Tabla 1. Pares de frecuencias sumadas para la codificación DTMF

En Pure Data podemos utilizar el objeto gráfico “osc~” que corresponde a un oscilador para generar un tono sinusoidal. Básicamente creamos los osciladores con las frecuencias especificadas en la codificación DMTF, dando como resultado horizontalmente osc~ 697, osc~ 1209, osc~ 1336, osc~ 1477 y verticalmente osc~ 697, osc~ 770, osc~ 852, osc~ 941. A continuación conectamos los cables de salidas de los osciladores y los añadimos simultáneamente a un primer objeto multiplicador para dar el tono DMTF deseado. Por

ejemplo, para el tono de la tecla 1 tomamos las salidas del osc~ 697 y del osc~ 1209 y las conectamos al objeto multiplicador de multiplicador de señal \*~ donde se sumarán y se amplificarán a una salida de audio mediante el objeto conversor digital-análogo dac~ como un tono unísono que dará el sonido de la tecla 1 del teclado telefónico. Se ha estipulado que cada objeto multiplicador pueda prenderse y apagarse con un objeto comutable Toggle de estado On/Off en su entrada derecha.

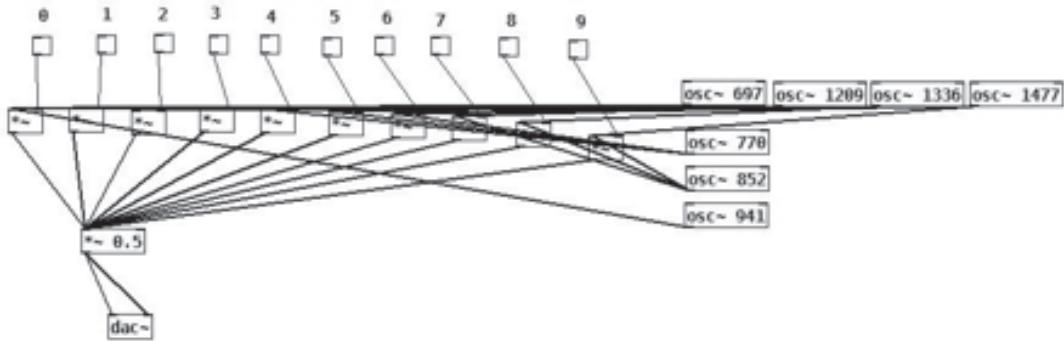


Fig 3 Algoritmo en Pure Data del Código DMTF

## 2. 3 Tonos de Llamadas

La finalidad de la marcación de los códigos DTMF en un teléfono tiene como objetivo la identificación de un número de destinatario único asignado dentro de una red telefónica, que permite la comunicación entre los abonados. Debido al hecho de que

tanto el abonado llamante como el abonado llamado necesitan ser informados del estado actual de sus líneas telefónicas, se estableció mediante la Recomendación ITU 182, la implementación de

señales audibles para cada uno de ellos(García, 2005)

Las cadencias telefónicas que describiremos a continuación hacen referencia al Tono de Invitación a marcar, Tono de llamada y Tono de ocupado. La recomendación ITU ha establecido las cadencias y tonos de frecuencias a utilizarse por países. En la siguiente tabla se presenta la información de las cadencias Telefónicas utilizadas en Ecuador:

PAÍS/TONO	FRECUENCIA en Hz	CADENCIA en segundos
<b>Ecuador</b>		
Tono de ocupado -	425	0.33 on 0.33 off
Tono de congestión -	425	0.33 on 0.33 off
Tono de invitación a marcar -	425	continuo
Tono de llamada -	425	1.2 on 4.65 off
Tono de indicación de llamada en espera -	425	0.2 on 0.6 off

Tabla 2. Cadencias Telefónicas País: Ecuador

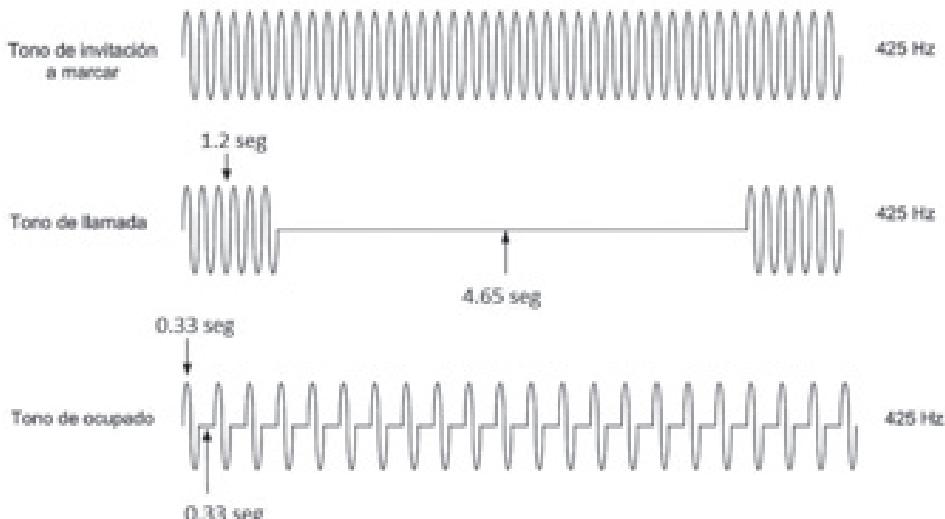


Fig. 4 Representación Grafica de señales en segundos de las cadencias para Ecuador:



En Pure Data el esquema que produciría el tono de invitación a llamar para Ecuador consistiría únicamente de un objeto oscilador `osc~` que reproduzca la frecuencia de 425 Hz conectado al objeto multiplicador de señal `*~` y enviado a las salidas de audio mediante el objeto conversor digital-análogo `dac~` de la siguiente manera:

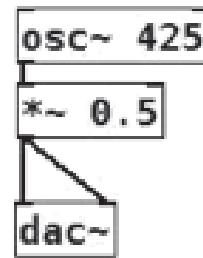


Fig.5. Algoritmo en Pure Data de Tono invitación a marcar. País: Ecuador

Para exemplificar el esquema de síntesis aditiva de la figura 1 recurriremos a la información de Tonos de los Países de Canadá y Estados Unidos que utilizan

2 Frecuencias para la generación de sus cadencias Telefónicas como lo indica la siguiente tabla del documento ITU.

PAÍS/TONO	FRECUENCIA en Hz	CADENCIA en segundos
<b>Canadá</b>		
Tono de ocupado -	480+620	0.5 on 0.5 off
Tono de congestión -	480+620	0.25 on 0.25 off
Tono de invitación a marcar -	350+440	continuo
Tono de llamada -	440+480	2.0 on 4.0 off
Tono de indicación de llamada en espera -	440	2x(0.3 on 10.0 off)
 <b>Estados Unidos de América</b>		
Tono de ocupado -	600x120//600x133//600x140//6 00x160//480+620	0.5 on 0.5 off
Tono de confirmación -	350+440	3x(0.1 on 0.1 off)
Tono de invitación a marcar -	600x120//600x133//600x140//6 00x160//350+440	continuo
Tono de repetición de invitación a marcar -	350+440	3x(0.1 on 0.1 off) + continuo
Tono de intervención -	600x120//600x133//600x140//6 00x160//480+620	0.5 on 0.5 off
Tono de abonado inaccesible -	200//400	0.5 on 6.0 off
Tono de señal permanente -	480//400//500	continuo
Tono de grabación -	440	0.5 on 5.0 off
Tono de llamada -	420x40//500x40//440+480	2.0 on 4.0 off

Tabla 3.Cadencias Telefónicas Países: Canadá y Estados Unidos

En Pure Data el esquema que produciría el Tono de Invitación a Marcar para los dos países consistiría de dos osciladores que reproduzcan las frecuencias de 350 Hz y 440Hz y se sumen mediante un objeto sumatorio de señal y se amplifiquen con un objeto multiplicador de señal a la salida de un objeto conversor digital-análogo de la siguiente manera:

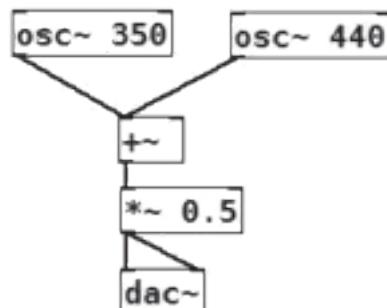


Fig.6. Algoritmo en Pure Data del Tono de Invitación a Marcar. Países: Canadá y Estados Unidos.

Para los Tonos de Ocupado de los 2 países cambiaremos a las frecuencias de 480 Hz y 620 Hz como consta en el documento ITU y agregaremos una programación para el control de las cadencia en segundos. Se especifica que el tiempo de encendido y el tiempo de apagado corresponda a 0.5 segundos igualitariamente por lo que el ciclo completo de la cadencia correspondería a un 1 segundo.

En Pure Data mantendremos la sumatoria de Frecuencias por la entrada izquierda, del objeto multiplicador, mientras que su entrada derecha corresponderá al algoritmo que permita encender en los tiempos estipulados las frecuencias. Debido a que Pure Data estima los tiempos en milisegundos,

crearemos un objeto metro seguido del número 1000 que corresponderá al ciclo completo de 1 segundo. La salida de metro se conectará a un objeto Bang que permitirá visualizar y disparar el tiempo del ciclo a los mensajes 1 y 0 que están antecedidos por el objeto delay o retraso de 500 milisegundos en la entrada del mensaje 1, lo que permitirá generar la cadencia de prendido y apagado. Como complemento al diseño sonoro se crea una rampa de audio con el objeto line~ que suavizará los clicks producidos por el brusco cambio de estado de la membrana de altoparlantes o auriculares que pudiera notarse auditivamente. Finalmente con el objeto comutable Toggle en la entrada del objeto metro se dará inicio a la cadencia correspondiente al tono de ocupado.

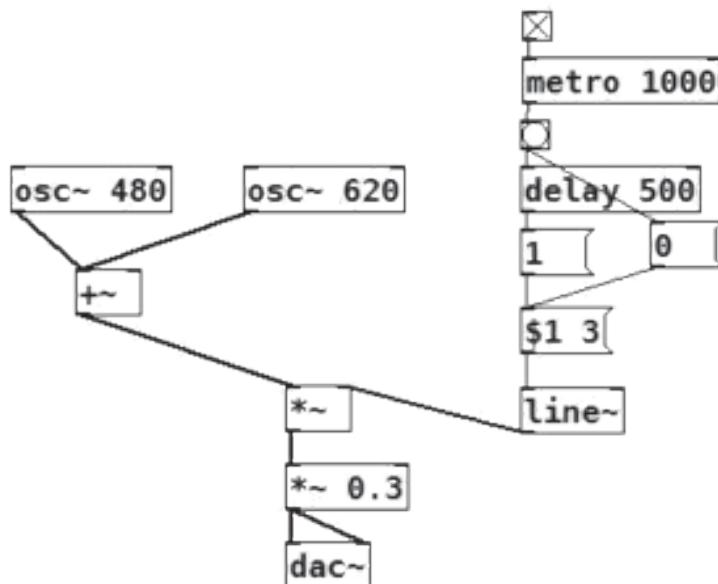


Fig.7. Algoritmo en Pure Data del Tono de Ocupado. Países: Canadá y Estados Unidos.

Para emular el Tono de Llamada utilizaremos los mismos recursos descritos en el patch de Pure Data para el Tono de Ocupado modificando ligeramente la información a emplearse. Reemplazaremos las frecuencias por 440 Hz y 480Hz en los objetos osciladores osc~. Como se indica en la cadencia para este Tono, el ciclo completo corresponderá a los 6 segundos (2.0 On y 4.0 Off) por lo que metro estará seguido de 6000 milisegundos y el objeto delay de 4000 milisegundos.

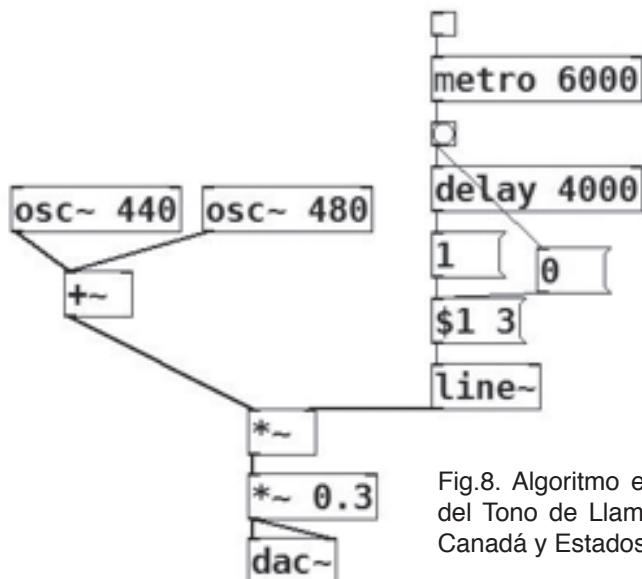


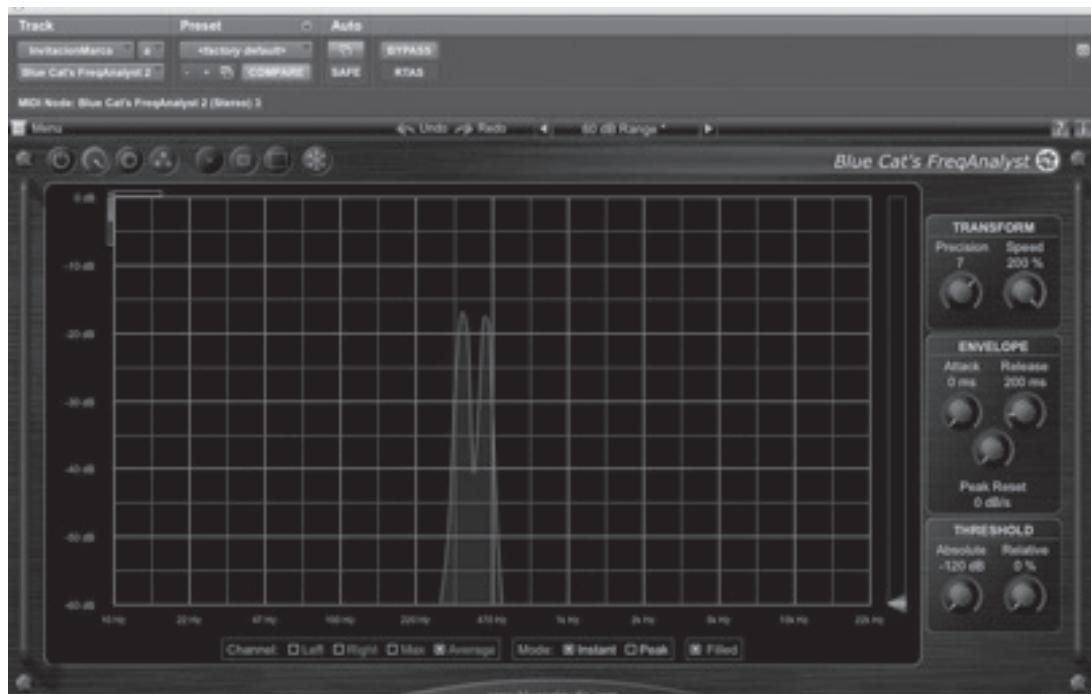
Fig.8. Algoritmo en Pure Data del Tono de Llamada. Países: Canadá y Estados Unidos.



## Resultados:

Al tratarse de información sonora generada únicamente por tonos puros recurrimos a la aplicación del analizador de Espectro Blue Cat's FreqAnalyst para visualizar los resultados de respuesta en frecuencia en un rango de -60 dB, y para visualizar los resultados de los tiempos de cadencias telefónicas recurrimos al editor de la estación de Audio Digital Pro Tools.

La captura de pantalla 1 muestra en el analizador de espectro el tono continuo de invitación a marcar donde se constatan 2 valles correspondientes a las frecuencias de 350 Hz y 440 Hz separados por una depresión en amplitud en el orden de los -20 dB.



Cap. Pantalla 1. Analizador de espectro Blue Cats/ -60 db Range. Tono de Invitación a Marcar. Países: Canadá y Estados Unidos

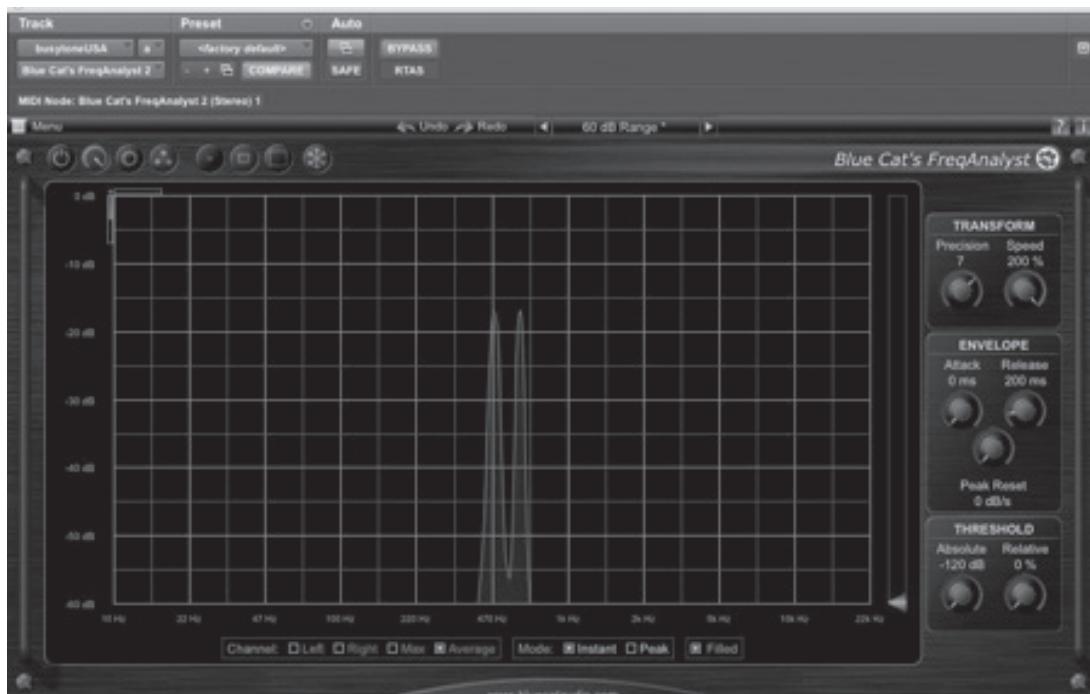
La captura de pantalla 2 evidencia la cadencia telefónica del tono de invitación a marcar continuo que puede constarse en la regla de tiempo Min:Seg en ProTools



Cap. de Pantalla 2. Ventana de Edición de Pro Tools. Cadencia Telefónica Tono Invitación a Marcar. Países: Canadá y Estados Unidos.

La Captura de Pantalla 3 muestra dos valles de frecuencias predominantes separadas por una abrupta depresión en el orden de -40 dB con algunos cientos

de frecuencias de distancia, el primer valle corresponde a 480 Hz y el segundo a 620 Hz.



Cap. Pantalla 3. Analizador de espectro Blue Cats/ -60 db Range Tono de Ocupado.  
Países: Canadá y Estados Unidos.

La captura de pantalla 4 evidencia la cadencia telefónica del Tono de Ocupado que puede constarse en la regla de tiempo Min:Seg en ProTools mostrando que en cada segundo se justifica los primeros

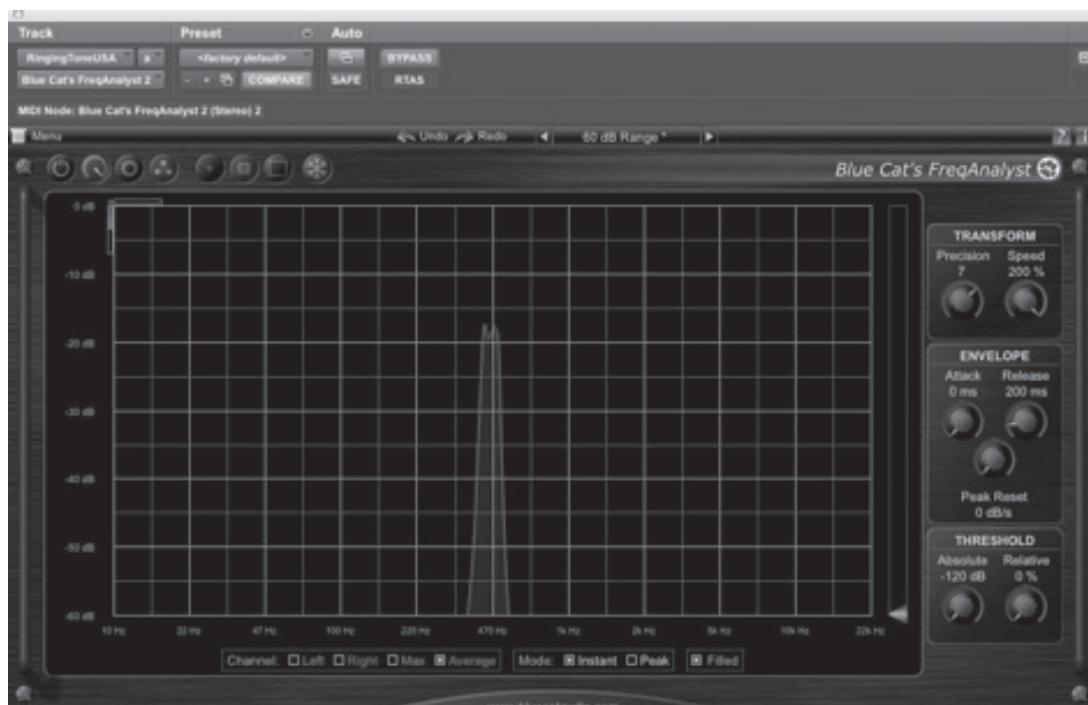
500 milisegundos de encendido, seguido del silencio que justifica los 500 milisegundos de apagado



Cap. Pantalla 4. Ventana de Edición de Pro Tools. Cadencia Telefónica Tono de Ocupado. Países: Canadá y Estados Unidos.

La captura de pantalla 5 muestra dos valles de frecuencias predominantes muy cercanas con una de-

presión mínima de alrededor de los 3dB que corresponden a la frecuencia de 440 Hz y 480 Hz.



Cap. Pantalla 5. Analizador de espectro Blue Cats/ -60 db Range. Tono de Llamada.  
Países: Canadá y Estados Unidos

La captura de pantalla 6 evidencia la cadencia telefónica del Tono de Llamada que puede constatarse en la regla de tiempo Min:Secs en ProTools mostrando presencia de los tonos combinados en

una duración de 2000 milisegundos, seguidos de un silencio correspondiente a los 40000 milisegundos que completan el ciclo total de los 6 segundos de la cadencia.



Cap. Pantalla 6. Ventana de Edición de Pro Tools. Cadencia Telefónica Tono de Llamada. Países: Canadá y Estados Unidos.

#### Discusión y Conclusiones:

La generación de los sonidos como los del código DMTF y el de las cadencias telefónicas implementadas a tiempo real en un entorno de programación gráfico podrán brindar a los productores y diseñadores de sonido la habilidad y flexibilidad de usarlos en la simulación de llamadas telefónicas que puedan aportar un sonido limpio y directo a las producciones audiovisuales, a diferencia de emplear técnicas de microfonación con probables filtraciones de ruido que podrían registrarse en un entorno con malas condiciones acústicas. A su vez, el beneficio de una interfaz gráfica visual como la de Pure Data permitirá de una manera constructiva a un determinado usuario, relacionar los componentes electroacústi-

cos y técnicas de síntesis que se abordan desde la teoría, con un proceso sistemático y algorítmico del evento sonoro, permitiéndole ser partícipe del comportamiento del sonido con potenciales aplicaciones de interactividad y realidad virtual.

En conclusión se ha presentado un modelo de audio procedural que sintetiza sonidos artificiales como los especificados en documentos de la ITU y la CCIT con respecto a los sonidos de una central telefónica, basados en un motor de síntesis aditiva utilizando un lenguaje de programación gráfico como Pure Data.

## **REFERENCIAS:**

Garcia, M,& Santillán,L, (2005) Diseño e Implementación de un sistema de tarificación para Locutorios (Tesis de Pregrado) Escuela Politécnica del Ejercito. Sangolquí, Ecuador

Barkl, Michael L.G,( 2010) Composition: Pure Data as a meta-compositional instrument, PhD thesis, School of Music and Drama, University of Wollongong

Farnell, A,(2012) Designing Sound. London, England. The MIT Press

Unión Internacional de Telecomunicaciones-UIT. Diferentes tonos utilizados en las redes nacionales (según la recomendación uit-t e.180 (03/1998)). Anexo al boletín de explotación de la UIT N.o 955 – 1.v.201. Recuperado de:

[https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-t/opb/sp/T-SP-E.180-2010-PDF-S.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/sp/T-SP-E.180-2010-PDF-S.pdf)

Unión Internacional de Telecomunicaciones-UIT. Recomendaciones Generales sobre la Comutación y la Señalización Telefónicas. Libro Azul. Tomo vi - Fascículo vi. Recuperado de:

<http://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/4.260.43.es.3025.pdf>



**Línea de investigación:**  
**ARTES MUSICALES**

La dualidad: principio articulador de la forma de la canción patrimonial ecuatoriana

Luis D. Rodríguez Pazmiño

**Departamento/Facultad/Escuela**  
Área de Composición

**Universidad/Instituto**  
Conservatorio Superior Nacional de Música

Email: dimirod@hotmail.com

**Introducción:**

En este artículo se busca abordar el estudio de la canción popular patrimonial nacional desde una perspectiva académica, presentando al principio de dualidad como un elemento articulador de la forma en canciones de diversos ritmos patrimoniales de nuestra tradición popular ancestral. Esta investigación se enfoca en aspectos musicales propiamente dichos, por lo que su materia de estudio es la música como tal, tomando como muestra un grupo de canciones populares y representativas grabadas por el célebre dúo Benítez y Valencia, quienes son referentes de los ritmos investigados. Este es un trabajo con un enfoque compositivo, en el que se analizan ciertas características morfológicas de la canción popular nacional, y en el cual no se pretende abordar aspectos de otras índoles, bien sean interpretativos, socio – culturales, históricos, conceptuales, extra - musicales, subjetivos, etc., sino centrándose en los estudios musicales y compositivos propiamente dichos.

Esta investigación se realiza con el objetivo de contribuir con la conservación del patrimonio musical nacional, su estudio y revalorización, así como con el desarrollo de la academia musical del país. Resulta importante tener presente, como antecedente y justificación de este trabajo, que en la actualidad son escasos los estudios académicos al respecto de la música popular tradicional del Ecuador, y que varios de estos ritmos patrimoniales hoy son poco conocidos, valorados, estudiados, difundidos, renovados, e incluso se encuentran en un proceso de desaparición y peligro de extinción, lo cual resulta lamentable para nuestra cultura e identidad. Por este motivo, se consideran muy pertinentes los esfuerzos de la academia nacional de música por conservar, preservar y desarrollar el patrimonio musical de nuestra cultura, por lo que se hace necesario que se desarrollos más proyectos de investigación y creación musical que contribuyan a solucionar esta problemática.

De este modo, como parte de esta introducción, resulta importante tener presente que la canción popular tradicional del Ecuador, en las distintas regiones naturales del país, se manifiesta de diversas maneras, presentando una variedad amplia de sub – géneros, conocidos como “ritmos”, que se diferencian entre sí por las características específicas de sus acompañamientos, ciertos giros y cadencias armónicas específicas, la forma de sus partes, su disposición dentro de las obras, la estructura de las letras de las canciones, el carácter expresivos de cada ritmo, su instrumentación, entre otros aspectos.

Entre estos ritmos de la canción patrimonial del Ecuador se encuentran, además de otros más, el capishca, saltashpa, albazo, tonada y pasillo, que son los que se han abordado en la investigación que sustenta la redacción de este artículo. Estos son rit-

mos mestizos representativos, la mayoría de ellos, de la sierra del Ecuador, pues es el caso específico del pasillo que además es tradicional en otras regiones del país, e incluso en otros países, pero el capishca, saltashpa, tonada y albazo, han sido esencialmente cultivados en la sierra del Ecuador. Resulta importante mencionar que entre los principales compositores de piezas célebres de estos ritmos constan, según el Álbum de música típica ecuatoriana, publicado por el Gobierno de la Provincia de Pichincha (2015), nombres como: Ángel Leonidas Araujo, Alfredo Carpio, Benjamín Aguilera, Carlos Ortiz, Carlos Rubira, César Baquero, Cristóbal Ojeda, Francisco Paredes, Gerardo Arias, José Canelos, Julio Cañar, Manuel Espín, Marco Tulio Hidrobo, Pedro Echeverría, entre otros.

El repertorio patrimonial de obras célebres de estos ritmos es amplio, algunos pocos títulos de piezas representativas de estos son:

Capishcas: "Simiruco", "Ele la mapa señora", "Desdichas", "La vuelta del chagra", "El mal casado", "Al amanecer", entre otros.

Saltashpas: "Bonita guambrita", "Las cinco de la mañana", "El sin dinero", "La rueda de la fortuna", entre otros.

Albazos: "Morena la ingratitud", "Negra del Alma", "Avecilla", "Así se goza", "Apostemos que me caso", "Tormentos", "Amor imposible", "No quisiera adorarte", "Sin esperanzas", "Pajarillo", entre otros.

Tonadas: "Ojos azules", "La naranja", "El poncho verde", "Leña verde", "Casamiento de indios", "Árbol frondoso", "Imbabura de mi vida", entre otros.

Pasillos: "Acuédate de mí", "Ojeras", "Cantares del alma", "Ósculos", "Amar en silencio", "Interrogación", "Odio y amor", "Sangra corazón", "En las lejanías", "Ojos negros", "El alma en los labios", "Al aguacate", "Ángel de luz", "Brumas", entre otros.

De este modo, habiendo expuesto estas breves ideas para introducir el contenido de este artículo, se procede a dar paso al desarrollo del mismo, en el cual se pretende hacer un acercamiento al análisis de cómo el principio de dualidad se manifiesta en la composición interna de la canción patrimonial nacional, específicamente en los cinco ritmos previamente citados.

### Desarrollo

La dualidad, o el principio de dualidad, relacionado a la forma musical, se determina por la concepción del todo integrado por dos partes internas. Este principio puede presentarse tanto a nivel macro – formal, como micro – formal, es decir tanto en la forma de las obras completas, como en cada una de sus partes internas, y también en los elementos constitutivos de estas. Este concepto morfológico es característico no solo de la canción popular ecuatoriana,

Figura 1: Dualidad en las claves rítmicas de acompañamiento. Elaboración propia.





sino de la canción en general (universal, popular y académica). No obstante, en los ritmos patrimoniales nacionales investigados, la dualidad se presenta con ciertas características específicas que se exponen a continuación.

En primera instancia, la dualidad se manifiesta como elemento articulador de los acompañamientos, de los motivos rítmicos que los caracterizan e identifican. Estos acompañamientos se presentan como un obstinato rítmico que coexiste con el movimiento armónico en los rasgados de guitarra y en los giros melódicos de la voz del bajo. No es característico de los ritmos investigados el uso de instrumentos de percusión, y si están presentes no son protagonistas del acompañamiento, sino que aparecen como un elemento secundario que refuerza las rítmicas del rasgado, que es en sí el elemento percutivo por excelencia de este tipo de música. De este modo, las claves rítmicas de acompañamiento son las células rítmicas características que identifican a cada sub-género y lo diferencian de los demás, y que se presentan en el obstinato de los acompañamientos, con posibles variantes de sus motivos, a lo largo de las canciones. En el caso de los ritmos analizados en este trabajo, las claves presentan una estructura interna bipartita, en la que el principio de dualidad se hace visible, como se evidencia en los siguientes ejemplos de claves rítmicas de acompañamiento y algunas de sus posibles variantes.

Obsérvese que la dualidad formal es el factor común entre estos diversos ejemplos de claves rítmicas de acompañamiento y sus variantes, y que el principio de la composición interna en dos partes se mantiene constante en todas ellas más allá de las características métricas, rítmicas, y del carácter específico de cada ritmo. Nótese que existen claves rítmicas de acompañamiento con una estructura A – B, en que sus elementos o motivos constitutivos son distintos entre sí, como en el caso del capishca, la tonada, el pasillo, o el albazo (escrito en el compás de seis por ocho), en donde el principio de dualidad es evidente. Pero existen también otras claves rítmicas de acompañamiento como la del saltashpa, por ejemplo, que presentan una estructura A1 – A2, conformadas por la repetición de dos veces una célula rítmica dentro del compás, que a la vez establece el ritmo armónico, y la estructura interna de las frases melódicas de los versos o estrofas, y en donde se puede ver con claridad el principio de dualidad.

Por otra parte, este principio de dualidad de la forma se presenta con una concepción fractal en los distintos niveles y elementos de la misma, como se hace evidente en el siguiente ejemplo del saltashpa ‘Bonita guambrita’ del compositor Rubén Uquillas.

#### Bonita guambrita

Transcripción: Luis Rodríguez P.

Allegro

INTRO

A VERSOS 1 y 3

B VERSOS 1 y 4

INTERLUDIO

(FIN)

Transcripción: Luis Rodríguez P.

Allegro

INTRO

A VERSOS 1 y 3

B VERSOS 1 y 4

INTERLUDIO

(FIN)

Figura 2: Chart de “Bonita guambrita” de Rubén Uquillas. Elaboración propia.

Nótese en el ejemplo que la forma de la obra se estructura en dos partes, que podemos llamar también estrofas o versos, A y B. Estas dos partes pudieran analizarse también como A y A', pues guardan similitudes importantes a nivel motivico, armónico, morfológico, etc., no obstante seguirían siendo dos partes, que es lo que busca evidenciar este análisis, como una de las características comunes entre obras de los diversos ritmos investigados. Por otra parte, y como se evidencia en el chart de "Bonita guambrita", existen partes instrumentales más pequeñas de longitud que podemos denominar interludios o estribillos, que tienen la función de separar las estrofas cantadas, introducirlas, y conectarlas a manera de transición entre ellas, en donde existe un contraste determinado por ser partes instrumentales, sin canto (y sin letra). Es característico de las canciones tradicionales de los ritmos investigados, que estos interludios o estribillos aparezcan entre los versos, y que inicie la canción con este a manera de intro, o que finalice con el mismo a manera de outro, y es muy común que este interludio o estribillo se repita exactamente igual, o con leves variaciones a lo largo de las piezas. De este modo, existe una disposición general de la macro – forma de las canciones que intercala partes cantadas con partes instrumentales, en una estructura que podemos re-

sumirla en la fórmula: A, B, A, B, A, B... etc., en la que se puede ver al principio de dualidad articular el discurso musical.

Además, resulta necesario considerar que durante el desarrollo de las canciones suelen repetirse las partes, en ocasiones variando las letras y manteniendo las melodías, armonía y forma de los versos, en otras repitiendo exactamente las partes sin alterar nada, e incluso en algunos ritmos como los capishcas, saltashpas, tonadas y albazos pueden presentarse repeticiones instrumentales de las melodías de los versos, intercaladas con los versos cantados. En el ejemplo que se está analizando como referencia, "Bonita guambrita", cada uno de los dos versos A y B, tiene dos variantes de letra distintas, manteniendo la melodía, armonía y forma, y cambiando el texto. Así, el principio de dualidad de la forma coexiste con el recurso de repetición y ciclicidad que es característico de los géneros bailables, como lo son los ritmos en cuestión. De esta manera la ciclicidad de esta forma A – B es un aspecto importante a considerar en el análisis morfológico de estos ritmos patrimoniales. Por ejemplo, en el caso de "Bonita guambrita", las repeticiones de las partes dentro de la macro – forma de la pieza es de la siguiente manera:

Figura 3: Ciclicidad de la macro – forma de "Bonita guambrita". Elaboración propia

<b>Intro</b>
<b>A, Verso 1 cantado</b>
<b>Interludio</b>
<b>B, Verso 2 cantado</b>
<b>B instrumental</b>
<b>Interludio</b>
<b>A, Verso 3 cantado</b>
<b>Interludio</b>
<b>B, Verso 4 cantado (fin)</b>

De esta manera, el principio de dualidad, es evidente en la macro – forma de las obras, y también se presenta en la micro – forma de las partes constitutivas de estas. Esto es observable en las partes de la canción que se está analizando, "Bonita guambrita",

como se exemplifica seguidamente con su interludio o estribillo, que se divide en dos partes, que a su vez lo hacen en dos más, las mismas que se integran por dos motivos.

Figura 4: Dualidad micro – formal, estribillo de "Bonita guambrita". Elaboración propia





Esta característica micro – formal se presenta también en las melodías de los versos, como se ejemplifica a continuación en el primero de la misma canción, que internamente se compone por dos se-

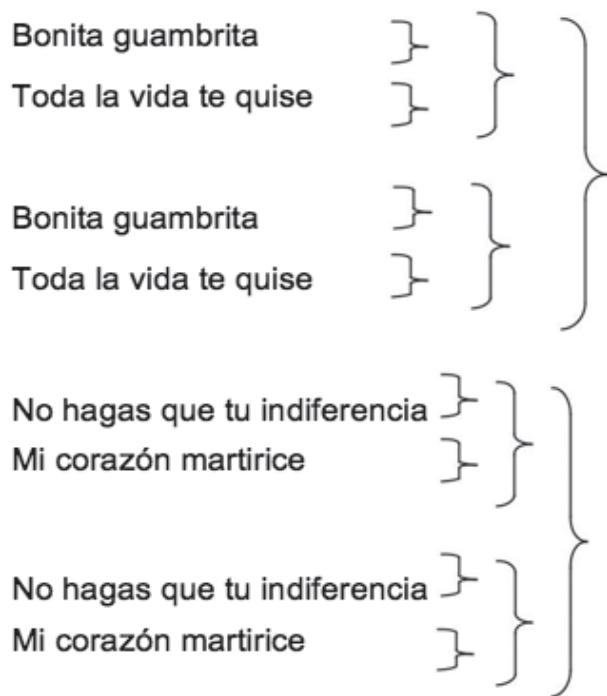
mifrases, y cada una de estas en dos sub - partes más pequeñas, que a su vez se componen de dos elementos.

Figura 5: Dualidad micro – formal, verso A de “Bonita guambrita”. Elaboración propia

Obsérvese en el ejemplo cómo el principio de dualidad se hace evidente en la composición melódica y también en la letra de los versos. En este caso, el

texto está compuesto por dos pares de versos que se repiten dos veces en cada una de las mitades de la estrofa.

Figura 6: Dualidad y repetición en la letra, “Bonita guambrita”. Elaboración propia



Esta estructura compositiva basada en la repetición de los elementos dos veces se presenta principalmente en capishcas, saltashpas y tonadas, poco menos en albazos, y menos aún en pasillos, en los cuales el desarrollo interno de los versos, por lo

general, no presenta repeticiones de este tipo. No obstante a esto, el principio de dualidad se manifiesta con claridad, como se evidencia en el siguiente ejemplo del primer verso del pasillo “Ojeras” del compositor Carlos Brito.

Figura 7: Dualidad micro – formal, verso A de “Ojeras”. Elaboración propia



The musical score consists of four staves of music. The top staff has lyrics: "Me has traído mi amor de vos", "Me has traído mi amor de vos", "Me has traído mi amor de vos", "Me has traído mi amor de vos". The second staff has lyrics: "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos". The third staff has lyrics: "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos". The bottom staff has lyrics: "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos". The music includes various rhythmic patterns and rests.

Nótese en el ejemplo cómo la dualidad es el principio articulador de la micro – forma del verso, el mismo que tiene dos partes internas, separadas por la doble barra, que a su vez se dividen claramente en dos mitades, distinguibles en los cuatro sistemas del fragmento citado, y que a su vez se dividen internamente en dos sub – partes, que a su vez se componen internamente de dos ideas o motivos melódicos que corresponden cada uno a una línea del verso. Prestese atención a que la letra de este pasillo no repite versos de manera exacta como pasaba en el saltashpa del ejemplo anterior, que el número de compases es mayor que el de aquel, y que el principio de dualidad se presenta en ambos a pesar de estas diferencias.

De este modo, la dualidad articula la estructura

micro – formal de las piezas en los diversos ritmos investigados, desde luego, existen casos excepcionales de canciones que presentan estructuras algo distintas en sus versos, no obstante estas diferencias pueden analizarse como variaciones alrededor del principio de dualidad. Por ejemplo, en los versos del albazo “No quisiera adorarte” del compositor José María Paz Diez, que se componen por dos mitades, cada una integrada por dos líneas de texto, pero que la cuarta y última se repite para reforzar la percepción del final de la estrofa, con lo que pudiera entenderse que dicho verso consta de cinco partes internas. No obstante, es evidente que esta estructura particular se deriva de la original básica que hemos analizado previamente.

Figura 8: Verso A de “No quisiera adorarte”. Elaboración propia



The musical score consists of four staves of music. The top staff has lyrics: "No quisiera adorarte mi amor de vos", "No quisiera adorarte mi amor de vos", "No quisiera adorarte mi amor de vos", "No quisiera adorarte mi amor de vos". The second staff has lyrics: "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos". The third staff has lyrics: "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos". The bottom staff has lyrics: "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos", "Tú me has traído mi amor de vos". The music includes various rhythmic patterns and rests.



Nótese en el ejemplo cómo el principio de dualidad articula la forma del verso, a pesar de que el mismo está integrado por un número impar de partes. Esto puede suceder, u otras posibles variaciones de la estructura básica, en algunos casos excepcionales de obras en las que los compositores juegan con la forma tradicional, pues en la mayoría de los casos la dualidad se presenta de manera simple. No obstante, aún en estas obras suigéneris, el principio de dualidad suele estar presente de alguna manera, escondida en la composición del verso, y/o en las otras partes de las piezas, como se puede observar en el ejemplo de este albazo, en donde su interludio sí es claramente dividido en mitades.

De este modo, se debe concebir a la dualidad de la forma como un principio activo, vivo, complejo, que se manifiesta de diversas maneras, no de una sola, sino con distintas variantes, en los distintos ritmos y obras representativas de estos, en que está presente de una u otra manera, más allá de las características específicas o particulares de cada obra.

## Resultados

Algunos de los resultados más relevantes de esta

investigación, y de la realización de este artículo, son conocimientos técnico musicales traducidos en conceptos relacionados con la dualidad morfológica de las canciones de los ritmos patrimoniales investigados: capishcas, saltashpas, tonadas, albazos y pasillos. En estos ritmos, la dualidad, como principio articulador de la forma, se manifiesta de distintas maneras en los diversos niveles de la macro y la micro – forma de las obras. Para realizar un acercamiento a esto, seguidamente se exponen algunos conceptos que resultan de lo tratado en este trabajo y del análisis de piezas representativas de estos ritmos:

### Dualidad en la macro – forma:

**Dualidad macro – formal:** Las obras se componen de dos partes, versos o estrofas. Se distinguen dos tipos de dualidad en este nivel de la forma:

o **Dualidad macro – formal simétrica:** Se presenta cuando ambos versos tienen el mismo número de compases, como en el siguiente ejemplo de la tonada “Leña verde”, compuesta por Luis A. Valencia, en que cada verso tiene diez y seis compases.

Figura 9: Dualidad macro – formal simétrica. “Leña verde”. Elaboración propia

**Dualidad macro – formal asimétrica:** Se presenta cuando los dos versos tienen distinto número de compases, como en el ejemplo del capishca “Al

amanecer” de Víctor Veintimilla, en que el primer verso tiene ocho compases, y el segundo doce.

Figura 10: Dualidad macro – formal asimétrica. “Al amanecer”. Elaboración propia



The musical score consists of two staves of music. The top staff is in G major and the bottom staff is in E major. The music is in common time. The lyrics are in English and Spanish, alternating between the two staves. The English lyrics are: "Come to me on tiptoe", "They come tiptoe of a morning", "Come to me on tiptoe", "They come tiptoe of a morning". The Spanish lyrics are: "vienen tiptoe de la mañana temprano", "Ay déjame que no te despierte", "vienen tiptoe de la mañana temprano", "Ay déjame que no te despierte". The score includes sections labeled "INTERLUEDO" and "INTERLUDIO".

**Principio de cílcicidad:** Presente en las obras cuyas partes se repiten, con distintos textos, o instrumentalmente a lo largo de su desarrollo. Esto es común en todos los ritmos investigados, no obstante pueden haber casos particulares en que las obras no repiten partes, y se hace una sola vez cada verso, esto pasa principalmente en pasillos, no obstante, en la gran mayoría de los casos las piezas presentan esta ciclicidad. La repetición de los versos suele hacerse con la interpretación de las melodías por parte de los instrumentos de la agrupación que acompaña a los cantantes, esto sucede principalmente en ritmos como capishcas, saltashpas, albazos y tonadas, y es menos común en pasillos, en los cuales las únicas partes instrumentales suelen ser los estribillos.

#### Dualidad en la micro – forma:

**Dualidad micro – formal:** Las partes de las obras son internamente, también, bipartitas, de forma fractal.

**o Dualidad micro – formal simple o perfecta:** Se presenta cuando las melodías principales de las partes de una obra se componen internamente de dos mitades, cada una de las cuales también se compone de dos elementos más pequeños, que a su vez lo hacen en dos más, y así hasta los motivos más pequeños e indivisibles, como se observa en el siguiente ejemplo del Verso B del alabajo “Negra del alma”, compuesto por Benjamín Aguilera.

Figura 11: Dualidad micro – formal simple o perfecta.  
Verso B de “Negra del alma”. Elaboración propia



The musical score shows the structure of the song's second verse (Verso B). It starts with an "INTERLUEDO" section followed by the "VERSO B". The lyrics are: "mí me llamas el ne... goPor quequiero una mano na... A mí me llamas el ne... goPor quequiero una mano na... A quién no le mala gana tar.... Te mier u na co sa buac na.... A quién no le van gana tar.... Te mier u na co sa buac na...". The score uses a mix of G and E major keys and common time.



Dualidad micro formal compleja o variada: Se presenta cuando alguna de las partes de las obras rompe la simetría de división par, estos son casos excepcionales de obras en que los compositores juegan con la forma, pero que sin embargo, suelen presentar el principio de dualidad de alguna manera, como se evidencia en el siguiente ejemplo del

primer verso del saltashpa “Las cinco de la mañana”, compuesto por Gerardo Obando, en el cual se pueden distinguir tres semifrases, las dos primeras compuestas internamente por dos líneas del texto de la canción, mientras que la tercera lo hace de tres.

Figura 12: Dualidad micro – formal compleja o variada. Verso A de “Las cinco de la mañana”. Elaboración propia

Dualidad en las claves rítmicas de acompañamiento: Las claves rítmicas de acompañamiento son bipartitas. Se distinguen dos tipos de dualidad:

o **Dualidad por contraste de motivos:** Se presenta en las claves rítmicas de acompañamiento que internamente se componen de dos motivos o células rítmicas diferentes entre sí.

o **Dualidad por repetición de motivos:** Se presenta cuando las claves rítmicas de acompañamiento de componen internamente de la repetición (dos veces) de una célula rítmica dentro del compás. Escribir o concebir estos ritmos así, entendiendo su clave rítmica de acompañamiento como un elemento bipartito, permite alcanzar una comprensión musical más clara, a nivel formal, del ritmo armónico, y de las características rítmicas de estas canciones.

Además de estos resultados teóricos, es importante señalar que existen otros resultados importantes que se derivan de esta investigación, resultados de carácter artístico y musical, como partituras y conocimientos aplicables en la interpretación y composición musical. Esto, a través del ejercicio y cultivo de estos ritmos, interpretándolos, que es la mejor manera de interiorizar en un nivel más profundo los aspectos brevemente tratados en este texto, y componiendo nuevas obras musicales, tanto que preserven la tradición, como que la desarrolle, enriquezcan y propicien su evolución. El presente y el futuro de la música en el Ecuador depende mucho de los esfuerzos que se hagan en esta dirección. .

#### Discusión y conclusiones

Resulta importante tener presente que muchas de las características morfológicas presentadas por las can-

ciones analizadas, pueden tener elementos en común con piezas de otros ritmos, o sub – géneros de la canción nacional y universal, académica y popular, pues es el macro género de la canción el que las engloba. Para la realización de este artículo se ha buscado enfocarse en la investigación de ritmos específicos de la canción popular patrimonial ecuatoriana, y las conclusiones a las que se ha llegado se lo ha hecho al respecto de los mismos. A través de investigaciones como esta se demuestra que es posible estudiar académicamente la música popular patrimonial nacional, estableciendo conexiones útiles entre los saberes populares y el pensamiento científico, y permitiendo extraer conclusiones técnicas y conocimientos que favorezcan a la conservación y desarrollo de la música del Ecuador.

Seguidamente se expone un listado de conclusiones técnico – musicales, relacionadas al análisis morfológico de los ritmos investigados, que se ha propuesto en este artículo:

El principio de dualidad se presenta de manera fractal, en la macro y mico – forma de las piezas de los diversos ritmos, se manifiesta de distintas maneras, no con una sola fórmula.

El principio de dualidad se presenta a nivel macro – formal en obras de todos los ritmos investigados: capishca, saltashpa, albazo, tonada y pasillo, siendo característico de estos que las canciones se compongan de dos partes o versos.

La dualidad macro – formal puede ser simétrica (si ambos versos tienen el mismo número de compases) o asimétrica (si los dos versos tienen distinto número de compases).

Esta forma bipartita se suele presentar de manera

cíclica a lo largo de las obras, repitiendo partes o la forma entera, variando la letra y manteniendo las melodías, o bien instrumentalmente, sin el canto, reemplazándolo por instrumentos melódicos.

En todos estos ritmos es común encontrar estribillos o interludios, que son partes instrumentales más cortas que los versos y que suelen intercalarse con estos, a manera de breves transiciones instrumentales entre ellos. articulando la macro – forma de las piezas con la fórmula: Estribillo – Verso(s) – Estribillo – Verso(s), etc.

Generalmente, las obras presentan una dualidad micro – formal simple o perfecta, caracterizada porque cada una de los versos se compone internamente por dos sub – partes, que a su vez lo hacen en dos más pequeñas, y así sucesivamente hasta los motivos más pequeños e indivisibles.

Existen casos de piezas particulares que presentan una dualidad micro – formal compleja o variada, son casos suigéneris en los que el principio de dualidad de la forma se manifiesta con alteraciones o variaciones, en ciertos pasajes de las obras.

El principio de dualidad se manifiesta en las claves rítmicas de acompañamiento de los ritmos investigados, las mismas que en su estructura interna se componen de dos células o motivos rítmicos, bien sea por contraste entre estos o por la repetición de uno, dos veces dentro de la clave.

Finalmente, para concluir el texto de este artículo resulta necesario afirmar que esta investigación continúa desarrollándose, profundizándose y ampliándose. Además, pueden emprenderse otros trabajos similares enfocados en otros aspectos de la canción patrimonial nacional, otros géneros u otros enfoques del estudio y práctica artística, de interpretación o de creación musical. Es de gran importancia para el fortalecimiento y desarrollo de nuestra música, academia, e identidad, que se emprendan proyectos de esta índole y que el estado y las instituciones e instancias pertinentes favorezcan, apoyen y reconozcan estos emprendimientos con la profunda valía e importancia que tienen para la historia y la cultura de nuestro país.

## REFERENCIAS

- Pazmiño T. (2012) Recuperación del patrimonio musical intangible del Ecuador, Cuaderno No. 1. Editorial de la Casa de la Cultura Ecuatoriana.
- Gobierno de la Provincia de Pichincha (2015) Cantando como yo canto. Álbum de música típica ecuatoriana. Segunda edición.
- Guevara G. (2002) Historia de la música del Ecuador. Consejo Nacional de Cultura.
- Scholes P. (1980) Diccionario Oxford de la música, Tomos I y II. Editorial Arte y Cultura, la Habana Cuba.
- Araujo J. (2005) Benítez y Valencia, fin fin. Kipus Revista andina de letras. UASB-Ecuador. Corporación Editorial nacional. Recuperado el 16 de junio de 2018 de: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/1312/1/RK-19-Ho-Ribadeneira2.pdf>
- Vallejo R. (2005) En una vasija de barro. Kipus Revista andina de letras. UASB-Ecuador. Corporación Editorial nacional. Recuperado el 16 de junio de 2018 de: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/1310/1/RK-19-Ho-Vallejo.pdf>
- Herrera S. (2012) La identidad musical del Ecuador: el pasillo. Unidad de especialidades turísticas. Material no publicado. Recuperado el 17 de junio de 2018 de: [https://scholar.google.com/scholar?start=0&q=carlota+jaramillo&hl=es&as\\_sdt=0,5](https://scholar.google.com/scholar?start=0&q=carlota+jaramillo&hl=es&as_sdt=0,5)
- Guerrero F. (2010) Breve historia del dúo Benítez y Valencia: una visión personal". Memoria musical del Ecuador. Recuperado el 17 de junio de : <http://soy-musicaecuador.blogspot.com/2010/04/breve-historia-de-benitez-valencia-una.html>
- Benítez y Valencia dúo (1999) Ele la mapa señora. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=UjZ-fDi4TA8>
- Benítez y Valencia dúo (1999) Desdichas. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=s3k8ZgiaDoA>
- Benítez y Valencia dúo (1999) La vuelta del chagra. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=7U5b-l2oVMg>
- Benítez y Valencia dúo (1999) Bonita guambrita. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=xJzhfvRitTM>
- Benítez y Valencia dúo (1999) Las cinco de la mañana. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=CtAE4lnC9gk>
- Benítez y Valencia dúo (2014) Al amanecer. Recuperado de:



<https://www.youtube.com/watch?v=jznQGH7-aPA>

Benítez y Valencia dúo (2012) Sin dinero.  
Recuperado de: [https://www.youtube.com/watch?v=1GXfKMkB\\_M](https://www.youtube.com/watch?v=1GXfKMkB_M)

Benítez y Valencia dúo (2010) La rueda de la fortuna.  
Recuperado de:  
[https://www.youtube.com/watch?v=A\\_PzpYacpkA](https://www.youtube.com/watch?v=A_PzpYacpkA)

Benítez y Valencia dúo (2011) Leña verde.  
Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=SwfSiU5fq2w>

Benítez y Valencia dúo (2014) Ojos azules.  
Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=UaM11Xouj4o>

Benítez y Valencia dúo (2010) Poncho verde.  
Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=QMzS3ZxNZus>

Benítez y Valencia dúo (2014) Casamiento de indios.  
Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=lNp-iLM6Pf0>

Benítez y Valencia dúo (2014) La naranja.  
Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=mYPOQrvklik>

Benítez y Valencia dúo (2016) Árbol frondoso.  
Recuperado de:  
[https://www.youtube.com/watch?v=7xGaeOw\\_yDQ](https://www.youtube.com/watch?v=7xGaeOw_yDQ)

Benítez y Valencia dúo (2014) Morena la ingratitud.  
Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=-eGujrcWVlg>

Benítez y Valencia dúo (2015) Negra del alma.  
Recuperado de:  
[https://www.youtube.com/watch?v=mf\\_yJkOjQns](https://www.youtube.com/watch?v=mf_yJkOjQns)

Benítez y Valencia dúo (2015) Avecilla.  
Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=x5QQhpjcjMU>

Benítez y Valencia dúo (2014) Tormentos.  
Recuperado de:  
[https://www.youtube.com/watch?v=GxfmQAUK1\\_4](https://www.youtube.com/watch?v=GxfmQAUK1_4)

Benítez y Valencia dúo (2014) Amor imposible.  
Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=7U9S2SxwrZI>

Benítez y Valencia dúo (2017) No quisiera adorarte .  
Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=qJs0k1QlI1o>

Benítez y Valencia dúo (2012) Sin esperanza.  
Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=WXcTs4qAVGc>

Benítez y Valencia dúo (2011) Acuérdate de mí.  
Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=oPy4mNfsVnk>

Benítez y Valencia dúo (2011) Ojeras.  
Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=GsFkJGMQVNg>

Benítez y Valencia dúo (2012) Brumas. Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=o-FoC3fZUTE>  
Benítez y Valencia dúo (2011) Ósculos. Recuperado de:  
[https://www.youtube.com/watch?v=-OMPInQZx\\_c](https://www.youtube.com/watch?v=-OMPInQZx_c)

Benítez y Valencia dúo (2015) Amar en silencio. Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=f28ze2M7m1Y>

Benítez y Valencia dúo (2014) Interrogación.  
Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=tA6LVaHjjZw>

Benítez y Valencia dúo (2011) En las lejanías. Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=Hwu32M9VzQw>

Benítez y Valencia dúo (2011) Ojos negros. Recuperado de:  
[https://www.youtube.com/watch?v=e\\_gtr3xpp-w](https://www.youtube.com/watch?v=e_gtr3xpp-w)

Benítez y Valencia dúo (2011) Tatuae. Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=YiVbV1yGZL4>

Benítez y Valencia dúo (2011) Hojas secas . Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=A4P8uxh4dSU>

**Línea de investigación:**  
ARTES MUSICALES

Transmisión En Vivo y Producción Del Concierto  
“Satélite Vivo”

Tnlg. Shirley Medina Magües

**Departamento/Facultad/Escuela****Universidad/Instituto**

Instituto Superior Tecnológico de Artes  
del Ecuador

shirley.medina@itae.edu.ec  
ssmedin@gmail.com

**Introducción**

El proyecto “Satélite Vivo” nace en el año 2013 como una iniciativa del Departamento de Vínculos con la Comunidad del Instituto Superior Tecnológico de Artes del Ecuador (ITAE) y su objetivo fue la difusión de bandas mediante un concierto de calidad realizado por estudiantes de la carrera de Producción de Sonido y Música del Instituto, donde la parte principal del mismo consistía en ser transmitido en directo por medio de una plataforma virtual radial llamada: mixlr.com, la cual era utilizada como medio de práctica de la materia Producción radial y se realizaba en el cierre de la casa abierta de fin de semestre. Se hizo de esta manera por 2 ediciones y luego se cambió el formato para poder continuar como un concierto individual.

Dentro del perfil profesional de la carrera de Producción De Sonido y Música existe la Producción de sonido en vivo para conciertos, rama en la que los estudiantes realizan pasantías pre-profesionales y dentro del proyecto “Satélite vivo” han podido ganar experiencia; por consiguiente se decidió realizar como proyecto la TRANSMISIÓN EN VIVO Y PRODUCCIÓN DEL CONCIERTO “SATÉLITE VIVO” misma que sería la última edición de este tipo. El objetivo del proyecto como tal es la difusión de artistas locales y prácticas pre-profesionales de los estudiantes de la carrera de producción de sonido y música por medio de la producción del concierto llamado Satélite vivo “Última transmisión”, debido a que será la última edición de esta serie de eventos, del cual se había descartado la difusión por radio por internet (online), pero en este proyecto se retoma esta idea, pero con la diferencia que será transmitido en audio y video a través de Facebook live en la página de fans (fanpage) de “Satélite vivo” y con grabación multitrack del concierto en vivo, información que quedará en el estudio de grabación del ITAE para futuros procesamientos a cargo demaestros y estudiantes de la carrera.

**Desarrollo**

Satélite vivo siempre ha tenido una misma estructura es decir dirigido por el departamento de Vínculos con la comunidad, con un profesor responsable que hace de productor del evento, y los pasantes que realizan todas las demás tareas que faltan dentro de la cadena de producción, pero nunca se ha dado el caso de que un o una estudiante se encargue de la producción general del concierto bajo la supervisión del profesor responsable, lo que debería ser la parte más importante ya que todos estamos estudiando para en algún momento realizar esa labor.

Para este proyecto se ejecutaron las dos primeras fases de la producción:

- Pre-producción
- Producción

**Pre- producción**

La pre-producción se realizó en dos partes.



La primera parte estuvo a cargo el Tecnólogo Ronny Ramos del Departamento de Vínculos con la Comunidad de ITAE y consistió en delegar al profesor responsable y escoger las bandas invitadas según lineamientos establecidos por el Departamento de Vínculos con la Comunidad, determinar fecha, hora y lugar, según disponibilidad, y nombre del evento, gestión de permisos para uso de espacios y equipos de ITAE y el diseño de los artes para publicitar el evento.

Nombre: Satélite Vivo “Última Transmisión”

Día: Viernes, 09 de diciembre de 2016

Lugar: Exteriores del edificio administrativo del ITAE  
(Venezuela entre Av. Quito y Guaranda)

Hora: 18:00

Entrada: Gratuita

La segunda parte estuvo a cargo de Shirley Medina como productora general que consistió en la formación y capacitación de los pasantes mediante reuniones de pre-producción en las que se explica detalladamente en que consiste el proyecto y todos los datos de producción. Se tratan todos los temas que tengan que ver con el área técnica del concierto es decir stage plot, riders, roles que tendrá cada uno, montaje, prueba de sonido, video y transmisión, backline, y publicidad.

### 2.1.1. Cronograma

FECHA	HORA DE ENTRADA	HORA DE SALIDA	ACTIVIDAD
Martes 29/11/2016	10H00	12H00	Reunión
Jueves 01/12/2016	11H00	13H00	Montaje Tarima
Viernes 02/12/2016	08H00	10H00	Reunión
Sábado 03/12/2016	08H00	12h30	Prueba de Montaje
Martes 06/12/2016	10H00	12H00	Reunión
Miércoles 07/12/2016	11H00	13H00	Montaje carpas y pantalla
Jueves 08/12/2016	18H00	20H30	Prueba de video y transmisión
Viernes 09/12/2016	12H00	21H30	CONCIERTO
Lunes 12/12/2016	10H00	13H00	Desmontaje
Martes 13/12/2016	10H00	13H00	Desmontaje

Tabla 1: Cronograma de actividades de Satélite Vivo “Última Transmisión” elaborada por Shirley Medina Magües

### 2.1.2. Equipos de audio

- 02 parlantes JBL PRX612
- 02 parlantes JBL PRX615
- 02 parlantes JBL PRX618
- 02 parlantes JBL PRX712
- 02 parlantes JBL PRX715
- 02 parlantes JBL PRX718
- 01 consola Digital Behringer x32 Producer
- 01 S16 (Caja de I/O con 16 entradas, 8 salidas y redes AES50)
- 04 walkie-talkie para comunicación con el equipo de Producción

- 02 carpas para camerino y para FOH, proyección y transmisión por internet
- 06 mesas
- 15 sillas plásticas para el equipo técnico y camerino
- 03 telas negras para cubrir la parte bajadel escenario
- 2 cables UTP categoría 6 de 25m y 20m para conexión de internet.

### 2.1.3. Equipos de iluminación

- 04 luces Par 64 con tecnología de luz convencional
- 01 barra de Luces con tecnología LED
- 02 luces Par 64 con tecnología LED
- 02 trípodes para Luces
- 02 linternas de cabeza de 8 LED con cintas ajustables

### 2.1.5. Energía

- 01 rack de energía
- 08 extensiones eléctricas
- 06 regletas

### 2.1.4. Estructuras y otros

- 01 escenario de 7,20m x 4,80m con escalera de acceso

### 2.1.6. Listado de backline

- 01 medusa RAPCO
- 03 cables de 1/4
- 10 cables XLR 12M
- 12 cables XLR 6M
- 07 cables XLR 4M
- 04 pedestales SS7730 ON-STAGE (para parlantes)
- 15 pedestales para Micrófono MS9701 ON-STAGE

- 01 pedestal para Micrófono Shure PG52XLR
  - 05 cajas directas DB10 DBX
  - 01 asientos de batería
  - 01 amplificador de Piano Roland KC-350
  - 01 amplificador de Bajo Roland CB-120XL
  - 05 SHURE BETA 58A
  - 01 SHURE VP89L
  - 01 AKG D770
- 2.1.8. Instrumentos
- 01 set de Batería (caja, bombo, toms, platillos, pedestales de platillos)

#### 2.1.7. Micrófonos:

- 01 kit de micrófonos SHURE para batería
- 03 SHURE PG 58
- 02 SHURE SM137

#### 2.1.9. Stage plot

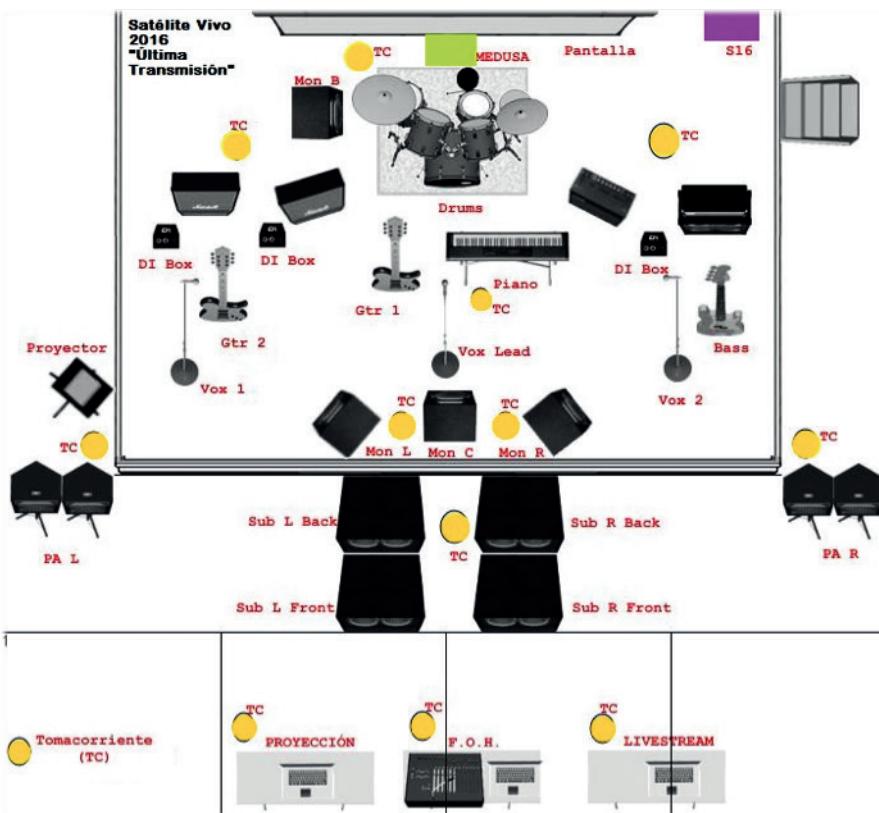


Ilustración 1: Stage Plot del concierto Satélite Vivo “Última Transmisión” elaborado por Shirley Medina Magües

#### 2.1.10. Equipo de producción

- Profesor Responsable  
Javier Marín
- Productora General  
Shirley Medina
- Asistente de Producción  
Darío Dávalos
- Conducción y promoción  
Ricardo Espinel  
Mario Suárez (“Mucho Lote”)
- Técnicos  
Wilar Soto  
Carlos Baque  
Gabriel Quimís  
Henry Borbor
- Técnico de F.O.H  
Fernando Vélez
- Auxiliar de F.O.H  
José Aguas
- Técnico de Backline y escenario  
Jeffry Luna
- Técnico de sonido –Grabación en Vivo  
Mayra Alcívar
- Técnicos de Transmisión en vivo por internet  
Denisse Lalama  
María Robalino
- Técnicos de Proyección deVideo  
Johnny Campoverde  
Victoria González  
Camila Guerrero
- Stage Manager  
Nereida Ñacato  
Andrea Nieto
- Decoración de escenario  
Yamel Fernández
- Logística de equipos de sonido para Backline y PA  
Ciro Córdova



- Encargado de conexiones eléctricas  
Romina Vásquez  
David Sánchez
- Encargados de Monitores y PA  
Manolo Peláez  
Andrés Medina  
Anthony Mendoza  
Ángel Fárez
- Encargados de Instrumentos en escenario  
Adriana Navarrete  
Emily Moreno  
Ronny Hidalgo  
Andrea Fuentes  
Carlos Farfán  
Juan Carlos Maldonado  
Raúl Toledo  
Demian Garcés
- Documentación  
Ángela Zambrano  
Steven García  
Manuel Flores  
Kristel Maridueña
- Artistas:  
Monorolo  
Broca  
Espanta Ratas

## 2.2. PRODUCCIÓN

### 2.2.1. MONTAJE

#### FASE 1 – MONTAJE DE TARIMA

La fase 1 se realizó el día jueves 01 de diciembre del 2016 de 11h00 a 13h00 y consistió en armar el escenario que se iba a utilizar que estaba compuesto por 6 tarimas de 2,40m\*2,40m formando un escenario de 7,20m \* 4,80m.

#### FASE 2 – PRUEBA DE MONTAJE

La fase 2 se realizó el sábado 03 de diciembre del 2016 de 08h00 a 12h30 y se centró en realizar una prueba de montaje de Backline y PA y prueba de sonido para la cual tuvimos la presencia de la banda Don-Ró. Se realizó prueba de conexiones eléctricas, ubicación de músicos, pruebas de monitoreo y PA, además se hizo una prueba de conexiones para la transmisión en vivo por internet.

#### FASE 3 – MONTAJE DE CARPAS Y PANTALLA

La fase 3 se realizó el miércoles 07 de diciembre del 2016 de 11h00 a 13h00 y se armó las dos carpas y la pantalla para proyección de video que fueron solicitadas al ITAE.

#### FASE 4 – MONTAJE PARA EL EVENTO Y LINE CHECK

La fase 4 fue el día viernes 09 de diciembre del 2016, es decir el día del concierto, se lo realizó de 12h00 a 15h00 y consistió en el montaje total de Backline, PA, monitores de piso, proyector, micrófonos, pedestales, cables, luces, consola, S16 computadoras, router de internet. Luego de montar todo se procedió a realizar el Line Check (prueba de líneas y conexiones de audio) para así dejar listo todo para la prueba de sonido previa al evento.

#### 2.2.2. PRUEBA DE SONIDO

La prueba de sonido se realizó de 15h00 a 18h00 con Monorolo, Broca y Espanta Ratas se definieron niveles de monitoreo, niveles para PA, niveles de grabación y se hizo la prueba de transmisión previa al evento.

El sistema de PA utilizado es el detallado en la siguiente ilustración.

## SISTEMA DE PA

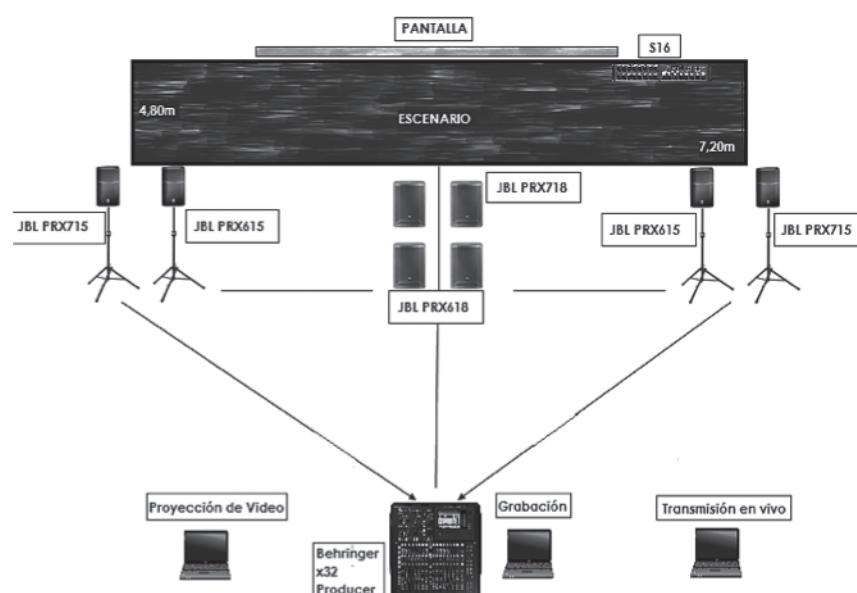


Ilustración 2: Gráfica del sistema de PA del concierto Satélite Vivo “Última Transmisión” elaborada por Shirley Medina Magües

El sistema de Sonido P.A. o sistema de refuerzo sonoro para el público se lo diseñó utilizando 8 parlantes JBL Modelo PRX, 4 de la serie 600 y 4 de la serie 700, repartidos según la Ilustración 2.

La consola de audio que se usó fue una Behringer x32 Producer de 16 canales estéreos con efectos y se la ubicó frente al escenario, además se utilizó una S16 de 16 canales de entrada adicionales y se la ubicó en la parte trasera del escenario que se conectó a la x32 mediante un cable de red AES50. Se utilizó una medusa RAPCO de 32 canales para llevar el cableado de audio del escenario a la consola principal.

### 2.2.3. GUIÓN DEL CONCIERTO

#### SATÉLITE VIVO “ÚLTIMA TRANSMISIÓN” GUIÓN

- 1) Empieza el show con la música de Mucho Lote “Vendedora Ambulante”.
- 2) Realiza un breve monólogo introductorio para presentar a Ricardo Espinel.
- 3) Ricardo Espinel ingresa y presenta a Monorolo
- 4) Toca MONOROLO.
- 5) Luego de la presentación de Monorolo, ingresa Ricardo Espinel y toma la palabra, pero es interrumpido por el audio del anuncio del “Comunicado Ciudadano”.
- 6) Ingresa Mucho Lote “La Ministra” y desarrolla su segunda parte del monólogo.
- 7) Sale la ministra de escena e ingresa Ricardo Espinel contrariado por la interrupción, da unas palabras y presenta a Broca.
- 8) Toca BROCA.

9) Ricardo Espinel sube al escenario e interactúa con el público y presenta a Mucho Lote “Estrella Mediática” y suena su tema de tecnocumbia.

- 10) Ingresa Mucho Lote “Estrella Mediática” y desarrolla su tercera y última parte de su monólogo.
- 11) Mucho Lote agradece al público y se despide y deja en escena a Ricardo Espinel.
- 12) Ricardo Espinel interviene mientras se prepara Espanta Ratas.
- 13) Ricardo Espinel presenta a Espanta Ratas.
- 14) Toca ESPANTA RATAS.
- 15) Ricardo Espinel sube al escenario agradece al público, a las bandas y al equipo de producción e invita a la productora del evento.
- 16) Sube al escenario Shirley Medina, productora del evento, agradece y se toma la foto grupal.
- 17) Fin del concierto y desmontaje.

### 2.2.4. CONCIERTO – INTERVENCIONES ARTÍSTICAS

El concierto empezó a las 18h00 y terminó con el desmontaje de los equipos utilizados a las 21h30. Se contó con la intervención artística de Mucho Lote (Mario Suárez), Broca, Monorolo y Espanta Ratas, y conducción de Ricardo Espinel de Escenario Rock. El concierto fue transmitido en directo desde la fanpage de Satélite Vivo y se grabó en formato multitrack para que en el futuro sea trabajado por los estudiantes durante sus clases.

#### ARTE Y DISEÑO GRÁFICO

El arte y diseño gráfico para el concierto Satélite Vivo “Última Transmisión” lo realizó el Departamento de diseño del ITAE.



Ilustración 3: Ilustraciones para promoción del evento diseñadas por Sarah Baquerizo del Departamento de diseño del ITAE.



## ENCUENTRO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA Y ARTES MUSICALES 2019



Ilustración 4: Diseños para la promoción de las bandas por Sarah Baquerizo del Departamento de diseño del ITAE.



Ilustración 5: Diseños para la transmisión en vivo de las bandas por Sarah Baquerizo del Departamento de diseño del ITAE.



Ilustración 6: Ilustraciones para transmisión del evento diseñadas por Sarah Baquerizo del Departamento de diseño del ITAE.

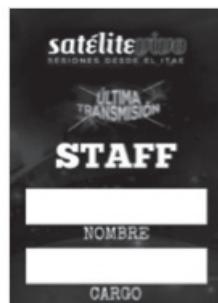


Ilustración 7: Diseño de gafete por Shirley Medina Magües.

### 2.2.5. Publicidad

La publicidad y difusión del evento se maneja vía internet usando redes sociales como Twitter, Instagram y Facebook.

El trabajo de publicidad y difusión del concierto Satélite Vivo “Última Transmisión” es complejo ya que para poder tener un buen alcance se busca marcar horas puntuales en redes sociales y utilizando el hashtag #SateliteVivoUltimaTrans-

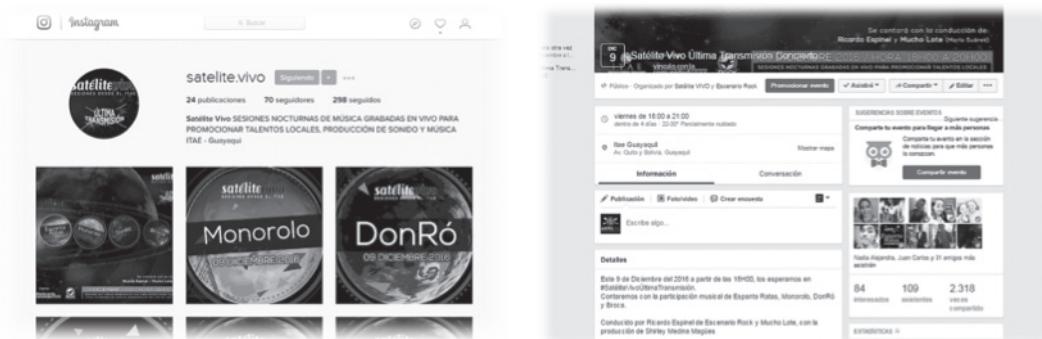
mision intentar marcar una tendencia y que mucha más gente conozca el concierto y asista.

La información del concierto se difunde mediante las cuentas del proyecto @satelivivoitae en Facebook, @SateliteVivo en Twitter y @satelite.vivo en Instagram, recalmando que las cuentas de Twitter e Instagram fueron creadas para este concierto.



This section displays two screenshots of social media pages. On the left is the official Facebook page for 'Satélite Vivo' (SatéliteVivo), which features a banner for the 'Última Transmisión' event on December 9, 2016. The page has 1,617 likes and 24 posts. On the right is the official Twitter account (@SateliteVivo), which has 65 tweets, 28 followers, and 15 following. A tweet from November 2016 invites users to the event.

Captura 1: Páginas oficiales de Facebook y Twitter



This section shows the official Instagram account for 'satelite.vivo' (satelite.vivo) with 70 posts and 298 followers. It features several promotional images for the 'Última Transmisión' event. To the right is a screenshot of a Facebook event page for 'Satélite Vivo Ultima Transmisión' on December 9, 2016, from 18:00 to 20:00. The event has 84 attendees, 109 participants, and 2,318 likes.

Captura 2: Páginas oficiales de Instagram y el evento oficial lanzado en Facebook

### 3. Resultados

Pese al poco tiempo de preparación y difusión del evento se llegó a tener muy buenos resultados tanto en las redes sociales como el día del evento.

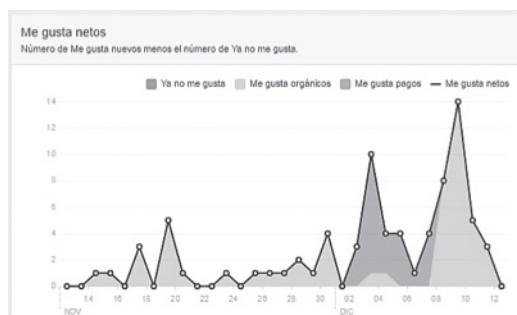
La relación entre asistentes reales y el movimiento en redes fue de un muy buen nivel ya que del 100% de personas que vieron, le dieron me gusta o asistir al evento en redes sociales aproximadamente un 70% asistió al mismo.

A continuación, capturas de pantalla de algunos resultados obtenidos en redes.

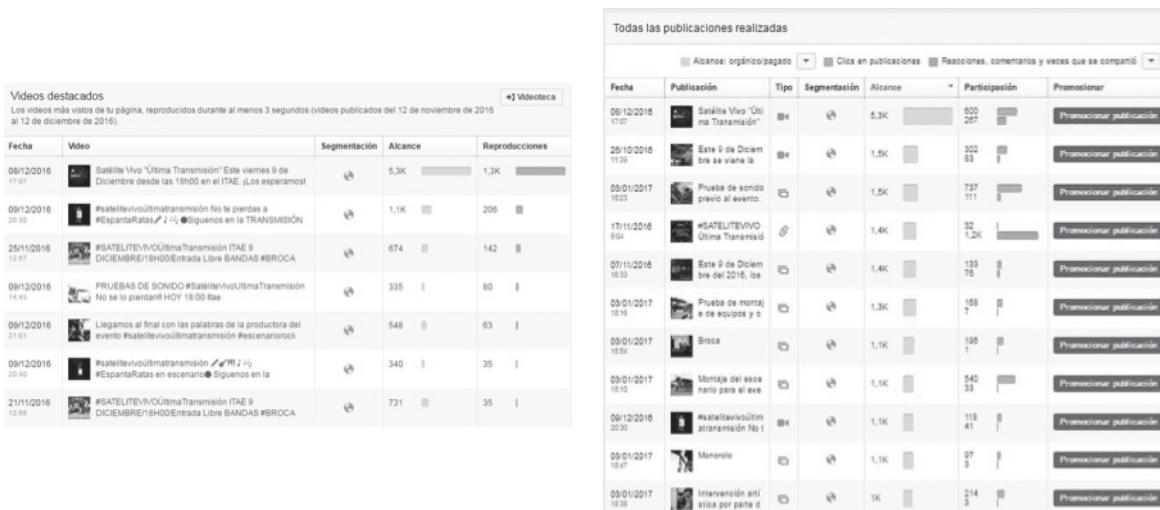
Captura 3: Movimiento en Twitter usando la etiqueta #SateliteVivoUltimaTransmision



Captura 4: Estadísticas del número de personas que vieron y les gusta la página de Satélite Vivo en Facebook



Captura 5: Me gustas netos de la página Satélite Vivo en Facebook



Captura 6: Publicaciones con más alcance de la página de Satélite Vivo en Facebook

#### 4. Discusión y conclusiones.

- Basados en los registros sobre ediciones anteriores de Satélite Vivo y observando los resultados obtenidos en la presente edición se puede notar claramente que el desarrollo ha sido mucho mayor en varios aspectos, especialmente en el alcance de este ya que el movimiento en redes y la asistencia al evento fue significativa pese al poco tiempo de difusión.
- La planificación y desarrollo del evento en todas sus fases se pudieron cumplir sin ningún tipo de problema, ya que gracias a las asignaciones y reuniones de preparación se pudo prever posibles problemas con sus respectivas opciones de solución como el hecho que una banda programada debido a problemas de causa mayor no pudo asistir a este pero se solucionó gracias a la opción que se les había dado a cada banda de tener temas extras preparados en caso de necesitarlos y así se pudo cubrir el espacio de esta banda.
- El equipo de producción conformado por estudiantes ha sido un gran éxito, ya que el concierto se llevó acabo sin mayores dificultades, permitiendo así que los estudiantes tengan este primer acercamiento al mundo profesional de una manera correcta y enriquecedora.
- La asignación de roles y responsabilidades son de vital importancia para que una producción sea llevada a cabo con éxito, porque de esta manera cada miembro del equipo se encarga de que su área asignada esté funcionando correctamente permitiéndoles tener un acercamiento real, aplicar y ampliar sus conocimientos en dicha área.
- Las reuniones previas con el o los equipos de trabajo de la producción del concierto son realmente importantes para que el mismo tenga un alto nivel, que además al ser un trabajo para estudiantes es necesario que el profesional asignado esté presente en todo el proceso para guiar y corregir en caso de requerirlo.
- Proponer este tipo de espacios de difusión artística que a su vez sirva como práctica pre-profesional es muy importante para una sociedad que está creciendo artística y profesionalmente, generando así nuevas relaciones y permitiendo que nuevas propuestas musicales puedan darse a conocer en la escena guayaquileña de manera efectiva y masiva aportando así al talento y la cultura de una ciudad que aún tiene mucho que ofrecer al mundo.

## REFERENCIAS

- Anderson, I. (2016). How to Broadcast from your Computer to Facebook Live. Recuperado el 2 de diciembre de 2016, de <https://iag.me/socialmedia/broadcast-computer-facebook-live/>
- Definición ABC. (2016). ¿Qué es en vivo y en directo? Recuperado el 17 de diciembre de 2016, de <http://www.definicionabc.com/comunicacion/vivo-directo.php>
- Definición ABC. (2016). Social Live Streaming. Recuperado el 27 de diciembre de 2016, de <http://www.definicionabc.com/tecnologia/social-live-streaming.php>
- Departamento de Vínculos con la Comunidad - ITAE. (Septiembre de 2016). Descripción General de Satélite Vivo. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Recuperado el 18 de diciembre de 2016
- Departamento de Vínculos con la Comunidad - ITAE. (Septiembre de 2016). Proyecto “Satélite Vivo”. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Recuperado el 14 de diciembre de 2016
- Gatica, G. M. (2013). La importancia de la producción de eventos. Recuperado el 17 de diciembre de 2016, de Ixclu: <http://www.ixclu.cl/entreencion/la-importancia-de-la-produccion-de-eventos>
- NóComún. (s.f.). El proceso de producción de eventos. Recuperado el 14 de diciembre de 2016, de <http://nocomun.com/?p=1232&lang=es>
- Pérez, J., & Gardey, A. (2014). Definición de Transmisión. Recuperado el 20 de diciembre de 2016, de <http://definicion.de/transmision/>
- Real Academia Española. (s.f.). Concierto. Recuperado el 17 de diciembre de 2016, de Diccionario de la Lengua Española: <http://dle.rae.es/?id=A8oeP64>
- Snake Producciones. (27 de agosto de 2015). Detrás de un concierto: proceso de producción. Recuperado el 14 de diciembre de 2016, de <http://www.snakeproducciones.com/proceso-de-produccion-mapping/>
- Wikipedia. (26 de junio de 2016). Concert Production. Recuperado el 15 de enero de 2017, de [https://en.wikipedia.org/wiki/Concert\\_production](https://en.wikipedia.org/wiki/Concert_production)
- Zenith. (5 de junio de 2015). ¿Qué es y cómo funciona el live-streaming. Recuperado el 20 de diciembre de 2016, de Blogginzenith: <http://blogginzenith.zenithmedia.es/que-es-y-como-funciona-el-live-streaming-diccionario/>



**Línea de investigación:**  
ARTES MUSICALES

La imagen acusmática: un método de análisis para la musique concrete. La obra del compositor japonés Toru Takemitsu

Yarelis Ruiz

**Departamento/Facultad/Escuela**  
Conservatorio Superior Nacional de Música, Quito

**Universidad/Instituto**  
Universidad de Kobe (Japón)

yruiz.csnm@gmail.com

### Introducción

Toru Takemitsu (1930-1996) es uno de los compositores japoneses más importantes del siglo XX. Él creó música para diferentes medios: concierto, filmes, ballets, así como música ambiental y concreta. Esta última se puede definir como un tipo de composición en la que se utiliza como material base sonidos grabados, que luego se ensamblan en una especie de montaje compositivo. La musique concrete tuvo una especial connotación en la carrera musical de Takemitsu, de hecho, en los comienzos de sus actividades como compositor él creó primera música concreta en vez de aquella tradicionalmente instrumental. En el estreno de su aclamada obra Requiem for Strings (1958) fue presentado por el importante compositor Minao Shibata como un creador de música concreta (Fujii, 2004: 66).

Takemitsu nació en Tokyo en 1930, y murió en 1996. Al principio él fue verdaderamente consciente de la música clásica occidental (prohibida en Japón durante la Segunda Guerra Mundial) durante el período en que cumplía el servicio militar. Takemitsu se consideraba como un compositor autodidacta, sin embargo, hay que reconocer que tomó algunas clases con músicos como Yasuji Kiyose y Fumio Hayasaka. En 1951 él fue uno de los fundadores de un innovador grupo Jikken Kobo (en japonés, "Taller Experimental"), el cual tuvo un remarcado impacto en la estética composicional de Takemitsu: la participación en este grupo le ayudó a desarrollar una concepción interdisciplinaria de las artes, y le sirvió para el descubrimiento de aclamadas corrientes y compositores contemporáneos como el Surrealismo y Oliver Messiaen. Ya en la década del 70' su estatus como un prominente representante del avant-garde fue reconocido durante su participación en la Expo '70 en Osaka<sup>1</sup>. En este evento tuvo la oportunidad de conocer a algunos de sus coetáneos como Karlheinz Stockhausen, Lukas Foss, Peter Sculthorpe, and Vinko Globokar.

Como ya se ha mencionado anteriormente la naturaleza de la música de Takemitsu es muy variada, él compuso para concierto, filmes, radio, comerciales de televisión, ballets, así como música ambiental y concreta. Su creación de concierto ha sido abundantemente estudiada, no es difícil encontrar copiosa información acerca de consideraciones históricas, estéticas, y análisis musicológicos basados en la partitura, ambos en inglés y japonés. No obstante, otras áreas de su composición musical, incluyendo

<sup>1</sup> La Exposición General de primera categoría de 1970 (comúnmente abreviada Expo '70) fue regulada por la Oficina Internacional de Exposiciones y tuvo lugar del 15 de marzo al 13 de septiembre de dicho año en la ciudad japonesa de Osaka. El tema de la exposición fue "el Progreso y la Armonía de la Humanidad". Esta fue la primera exposición del BIE llevada a cabo en Japón. Setenta y siete países asistieron al acontecimiento, y durante seis meses, el número de visitantes alcanzó las 64.210.770 personas.

su música concreta no ha ganado un igual interés entre los estudios musicológicos.

Koji Kawasaki es uno de los pocos investigadores que se han adentrado en el estudio y análisis de la música concreta de Toru Takemitsu. Este musicólogo se ha enfocado esencialmente en datos históricos, véanse los ensayos publicados en *Artes: Toru Takemitsu's Electronic Music: the Conception of Music Concrete*, y *Toru Takemitsu's Electronic Music: Music Concrete's Roots*. Además él ha escrito otros artículos que incluyen una aproximación más analítica: *Music Concrete: Relief Static*, *Toru Takemitsu's Electronic Music: Music Concrete*, *Vocalism Ai*, *Toru Takemitsu's Electronic Music: Radio Fantasy*, y *Toru Takemitsu's Electronic Music: Tree, Sky and Bird; Clap Vocalism*.

Después de analizar los antecedentes bibliográficos referentes a la música concreta de Toru Takemitsu (incluyendo los artículos de Koji Kawasaki), fue posible determinar que hasta el momento no ha habido una aproximación musicológica desde el análisis musical que logre determinar las características generales de su producción de música concreta. Nótese que la mayoría de los estudios se han enfocado en el análisis de composiciones concretas aisladas, no como un corpus compositivo total. Este problema de investigación nos llevó a determinar que, adicionalmente no existe en la musicología contemporánea un método de análisis eficaz en el estudio de la música acusmática, definida ésta como grabaciones de audio fijas que sólo existen en el tiempo, diferenciándose así de obras musicales que son realizadas usando partituras. La música acusmática comprende manifestaciones como la electrónica, electroacústica, ambiental y concreta.

La importancia por tanto de la siguiente investigación, radica en dos aspectos fundamentales:

1. El análisis de la producción de música concreta del compositor japonés Toru Takemitsu.
2. La creación de un método de análisis para la música acusmática.

## **PARTE I: UN MÉTODO DE ANÁLISIS PARA LA MUSIQUE CONCRETE: LA IMAGEN ACUSMÁTICA**

**I.I. HISTORIA: ACERCAMIENTOS ANALÍTICOS HACIA LA MÚSICA ACUSMÁTICA** La música acusmática, a diferencia de la tradicional de Occidente, no se escribe, y ahí radica el principal reto para su análisis musicológico: cómo enfrentarse a una producción que se enmarca dentro de la historia artística de Europa, pero que no cuenta con uno de sus rasgos más distintivos: la tradición letrada. No obstante, ya han existido algunos acercamientos metodológicos hacia el tema, y las perspectivas son diversas. Laura Zattra<sup>2</sup> dividió el análisis de

la música electroacústica (un tipo de música acusmática) en dos áreas generales: análisis genético y auditivo. El nuevo método que se está proponiendo en el presente trabajo: la imagen acusmática, pertenecería al segundo tipo.

El análisis genético es aquel que se concentra en el proceso compositivo, y el estudio a través de los datos que genera la computadora; mientras que el auditivo es basado en la idea de que no es necesario una "partitura" generada por una computadora como fuente primaria. Es por ello que en esta perspectiva la experiencia auditiva y su representación gráfica se convierten en una herramienta esencial. En este sentido, han aparecido importantes investigaciones musicológicas hechas por: Simon Emmerson<sup>3</sup>, Michel Imbert<sup>4</sup>, François Delalande<sup>5</sup>, Francesco Giomi, Marco Ligabue<sup>6</sup> y Denis Smalley.

Denis Smalley es un reconocido compositor y musicólogo neozelandés, y sus presupuestos teóricos acerca de la espectromorfología fueron fundamentos bases para la elaboración del nuevo método analítico la imagen acusmática. Para la elaboración del mismo se tuvieron en cuenta además, preceptos estéticos del propio compositor Toru Takemitsu.

### **I.II. La imagen acusmática como una nueva metodología de análisis musicológico**

Tanto para Denis Smalley como para Toru Takemitsu, el espacio es uno de los aspectos más importantes en la creación acusmática. Adicionalmente, el tiempo tenía una posición fundamental en la obra del japonés, un ejemplo clave en este sentido es la pieza *A Flock Descends into the Pentagonal Garden*. No es de extrañar entonces que, la imagen acusmática ubica al tiempo y al espacio como categorías esenciales en el análisis musicológico. Bajo la perspectiva de la imagen acusmática nuestras

<sup>2</sup> Zattra, Laura: "Analysis and Analyses of electroacoustic music", University of Padua, Department of Visual Arts and Music, <http://www.smc-conference.net/smcc05/papers/LauraZattra/LZanalysis.pdf>.

<sup>3</sup> Emmerson Simon: "The relation of language to materials", *The language of electroacoustic music*, London, MacMillan Press, pp. 17-39, 1986.

<sup>4</sup> Imbert Miche: "Continuità e discontinuità", Enciclopedia della musica. II Novecento,

<sup>5</sup> Delalande Francois: "Music analysis and reception behaviours: Sommeil de Pierre Henry", *Journal of new music research*, vol. 27, no. 1-2, pp. 13-66, 1998.

<sup>6</sup> Giomi, Francesco and Marco Ligabue: "An aesthetic-cognitive approach to the sonore object's description", R. Dalmonte - M. Baroni (eds.), *Second European Convention of Musical Analysis*, Trento – University, pp. 435-448, 1991.



prioridades como oyentes deben cambiar, ya que hay elementos a los que se debe prestar especial interés, como los atributos del espacio-tiempo y sus formas.

La nueva metodología propuesta: la imagen acusmática, está organizada teniendo en cuenta dos tipologías centrales: el espacio-tiempo por un lado y el spectrum por el otro. El espacio-tiempo es un término holístico que designa a un grupo de espacio-tiempos zonificados. Por ejemplo, dentro de una

obra pueden haber tres zonas, pero dentro de cada una pudiera existir espacio-tiempos más pequeños que llamaremos anidados. Para un mejor entendimiento de este aspecto veamos el gráfico 1, basado en nuestra experiencia auditiva diaria. Este concepto de espacio-tiempo, uno de los más importantes para nuestra teoría, posee varias aristas relacionadas con dimensiones y funciones. En este sentido es viable analizar tres dimensiones fundamentales: perspectiva, tiempo e interacción.

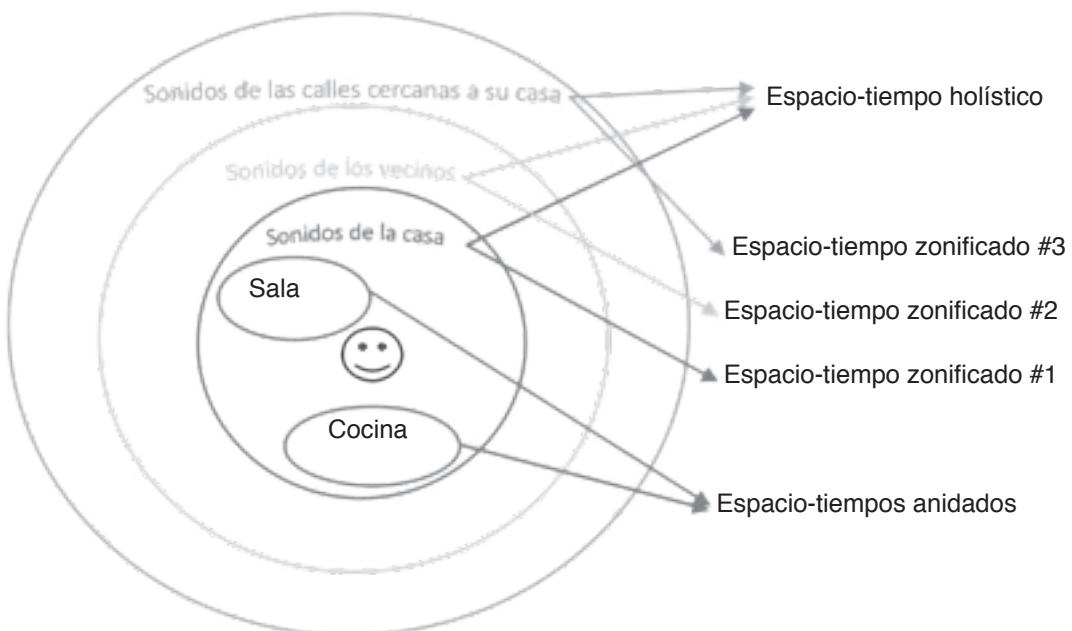


Gráfico 1. Representación espectromorfológica del espacio-tiempo

La dimensión en la imagen acusmática está conectada con el espacio y las artes visuales, la perspectiva como uno de sus elementos principales está relacionada con la técnica del mismo nombre en la pintura. Esta definición tiene que ver con conceptos acústicos como el registro, el volumen, la reverberación, el gesto, el movimiento y la densidad. Por el poco espacio que se tiene no se darán detalles de cada uno de estos elementos que a su vez son extremadamente complejos, pero si tradujéramos cada uno de ellos en cuestión de perspectiva en el mundo acusmático de los sonidos, sería la posición que diferentes espacios pueden tener en relación al oyente. Subsecuentemente, la dimensión perspectiva de la categoría espacio-tiempo puede ser definida como la existencia de tres zonas espacio-auditivas: personal, inmediata y ambiental. Esta noción está basada en la teoría del espacio social en el hombre, desarrollada por el sociólogo Edward Hall. En términos de espacialidad, el espacio-tiempo personal sería el más cercano al oyente, en donde un contenido musical claro es creado. En las obras concretas de Takemitsu, la zona personal exhibe espectromorfologías como la voz humana.

La zona inmediata por otro lado, es relativamente

cercana al oyente, y usualmente produce un contenido musical bastante definido. En esta categoría – tomando en cuenta solamente la música concreta de Takemitsu- pudieran ser incluidos sonidos como un tren, silbido, etc. La zona del espacio-tiempo ambiental es la más distante desde el punto de vista del oyente; algunas veces su comportamiento es basado en el uso de espectromorfologías simultáneas. Por ejemplo, en la música concreta de Takemitsu esta zona está cargada de ruidos granulares y saturados, categorías que serán explicadas en párrafos posteriores.

La perspectiva es la primera dimensión del espacio tiempo, la segunda es precisamente el tiempo. El mismo pudiera ser entendido como una noción horizontal que tiene un principio y un fin; en cada una de las piezas concretas de Takemitsu se pueden encontrar pequeñas secciones o eventos acusmáticos, cada uno de ellos con un comienzo y una terminación más o menos definidos. Pero ¿qué parámetros pudieran ser tomados en cuenta para identificar estas secciones o eventos acusmáticos? La respuesta sería: la identificación de puntos de tensión-distrés en el discurso musical. Por ejemplo, en una de las obras concretas de Takemitsu la tensión fue

generada a través de una ocupación bastante compleja del espacio: él usó todos los espacios posibles por lo que la densidad era alta; y el tipo de spectrum (en este caso él los empleó con abundancia). Después de dicha tensión en el discurso musical, la distensión sucedió cuando el compositor usó sólo un espacio, un tipo de spectrum, y un silencio entre cada sonido. Como es de esperar una creación puede estar formada por uno o varios eventos acusmáticos, cada uno de ellos con su carácter propio, definido por ejemplo, por el uso del espacio, tipos de spectrum, relación y colocación de cada espacio, etc.

La tercera dimensión de la metodología imagen acusmática es la interacción, que es un concepto referido al tipo de relación establecida entre los espacios de perspectiva: personal, inmediato y ambiental. Esta idea es cercana a la noción de textura de la música clásica, ya que es una noción vertical. La misma tiene dos modelos binomios: dominio-subordinación y cohabitación-conflicto.

Como se ha explicado en párrafos anteriores la metodología de la imagen acusmática está organizada

por dos categorías fundamentales: espacio-tiempo y spectrum. Denis Smalley perfila spectrum como los mecanismos interiores que forman el sonido; este concepto se pudiera relacionar con el timbre o calidad del sonido (Smalley, 2007: 44). Esta categoría cuenta igualmente con un corpus de conceptos como: armonicidad-inharmonicidad, nota-sonido, los cuales pueden ser granulares o saturados. En las nociones espectromorfológicas de Smalley armonicidad e inharmonicidad son un binomio fundamental; mientras que los spectrum armónicos tienen una configuración interválica exacta, los inharmonicos no lo tienen. Por otro lado, según Smalley nota es lo opuesto a ruido, que a su vez pueden ser granulados o saturados. "Extrínsecamente nosotros asociamos ruido granular con el mar, agua, texturas, viento, interferencia estática, fricción granular entre materiales frotados y raspados, materiales que se fracturan (ej. piedras), consonantes vocales, y ciertos tipos de respiraciones y congestiones fluidas" (Smalley, 1997: 120). El ruido saturado tiene cierta relación con la densidad, y pudiera ser definido como un escenario espectral repleto que no puede ser resuelto en una melodía interválica o relativa (Smalley, 1997: 120).

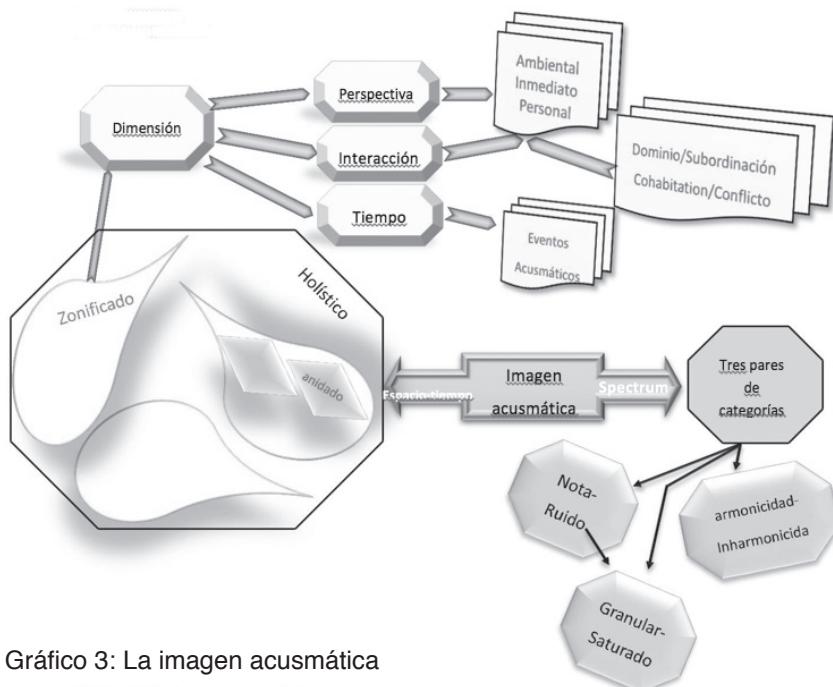


Gráfico 3: La imagen acusmática

## **PARTE 2: análisis de la obra static relief (1955) usando como metodología la imagen acusmática**

En 1951, Tokyo Telecommunications Engineering Corporation –actualmente Sony- les facilitó grabadora (tecnología de última generación en aquel entonces) y un estudio de grabación a aquellos compositores japoneses pertenecientes al grupo de avant-garde Jikken Kobo, donde se incluía a Toru Takemitsu. En esta época este compositor creó gran cantidad de su obra perteneciente a la música con-

creta, incluyendo la pieza en análisis Static Relief, la cual es una recomposición de la obra para radiodrama Hono (Ilamas).

### **PRIMER EVENTO ACUSMÁTICO DE STATIC RELIEF**

Static Relief tiene tres eventos acusmáticos, el primero de ellos se caracteriza por:

1. El uso de una gran variedad de spectrum en la



zona ambiental del espacio-tiempo: voz humana, gallo, pájaro, puerta, campanas.

2. El uso de un suspiro en la zona personal del espacio-tiempo.

3. El empleo de un silbido armónico en la zona in-

mediata del espacio tiempo. El primer evento es el más humano de toda la pieza, ya que la voz no fue

modificada drásticamente por el compositor. En el gráfico 4 se muestra un resumen visual del primer evento donde las tres zonas del espacio-tiempo se revelan con sus respectivas espectromorfologías.

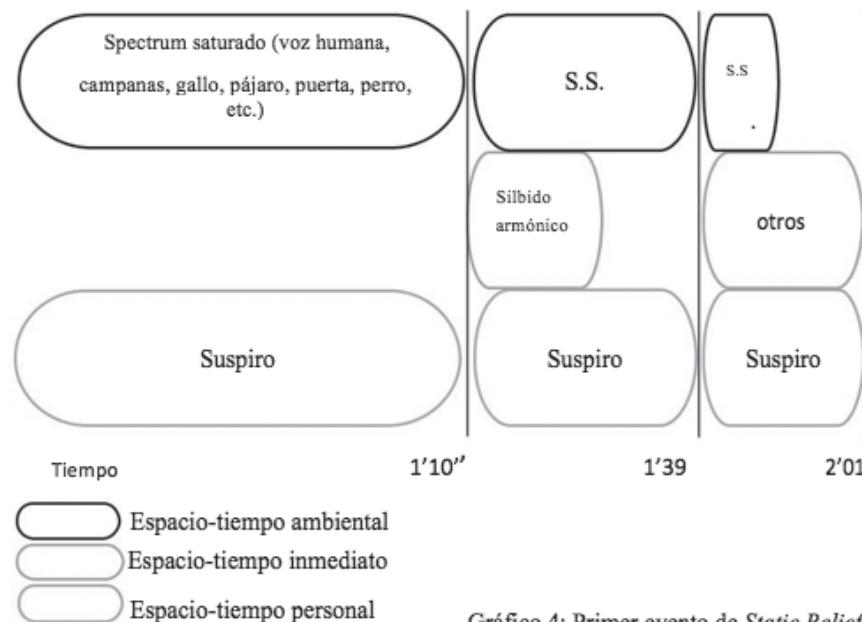


Gráfico 4: Primer evento de *Static Relief*

Como se puede apreciar la zona ambiental es la más compleja de las tres porque en ella se encuentran una gran variedad de spectrum que actúan juntos como si fueran un enjambre. En este primer evento acusmático se pueden escuchar por ejemplo, algunos sonidos poco transformados electrónicamente como son un perro, gallo, puerta, entre otros; y además otros más alterados como la voz humana y campanas. Es interesante como existen dos espacios anidados en la zona ambiental: el primero incluye un spectrum muy manipulado electrónicamente que en mi opinión tiene la función de

crear espacio. El otro espacio-tiempo anidado de la zona ambiental está compuesto por un grupo de spectromorfologías que tienen una función dominante. Estas spectromorfologías están relacionadas con la categoría de ruido.

En el primer evento de *Static Relief* la zona inmedia-  
ta de la categoría espacio-tiempo tiene un carácter  
sobresaliente o de dominio sobre las demás zonas.  
Su carácter musical es sólido ya que cuenta con un  
discurso bastante melódico, el spectrum usado es  
el de un silbido:

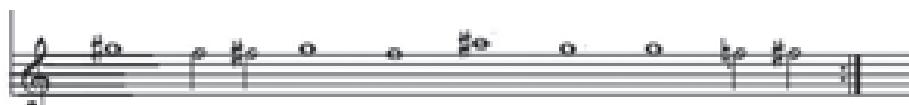


Gráfico 5: Fragmento de la zona inmediata del primer evento de *Static Relief*

Por otro lado, la zona personal en este evento es muy íntima debido al uso de un suspiro humano, lo que psicológicamente crea un espacio bastante reducido con respecto al oyente, que seguramente basado en las experiencias cotidianas, sabe la proximidad que tiene un suspiro humano.

#### SEGUNDO EVENTO ACUSMÁTICO DE STATIC RELIEF

Este evento interrumpe a través del contraste, el

discurso musical del primer evento en términos de tipos de spectrum utilizados. Recuérdese que en el anterior tuvieron preponderancia los inharmónicos mientras que en el presente evento los mismos son sustituidos por otros que tienen un carácter armónico. El discurso melódico por su lado, se relocaliza en la zona personal del espacio-tiempo. La zona personal en este segundo evento acusmático está constituida por dos espacios anidados. El primero de ellos está hecho de un único spectrum asociado a la categoría de armonicidad, contrastando con el espacio anidado número dos; este se diferencia

del primero en términos de calidad del sonido y registro. Este espacio personal es el dominante en el paisaje sonoro de la obra ya que tiene un discurso

muy bien estructurado, y un carácter simple y fácil de reconocer: un solo spectrum. Veamos a modo de resumen la siguiente figura:



Gráfico 6: Tiempo-espacio personal en el segundo evento acusmático

En este segundo evento acusmático la zona ambiental funciona casi siempre como acompañamiento de la zona inmediata, estableciendo una relación de subordinación y cohabitación en el espacio espectral. El espacio-tiempo inmediato por otro lado, es bastante complejo y rico, ya que su carácter y con-

tenido son altamente distintivos, usando una gran cantidad de ruidos granulares que evocan imágenes como un tren y un pájaro. En esta zona elementos musicales propios de las músicas concretas como movimiento y timbre son elementos cruciales. Veamos la siguiente representación gráfica:

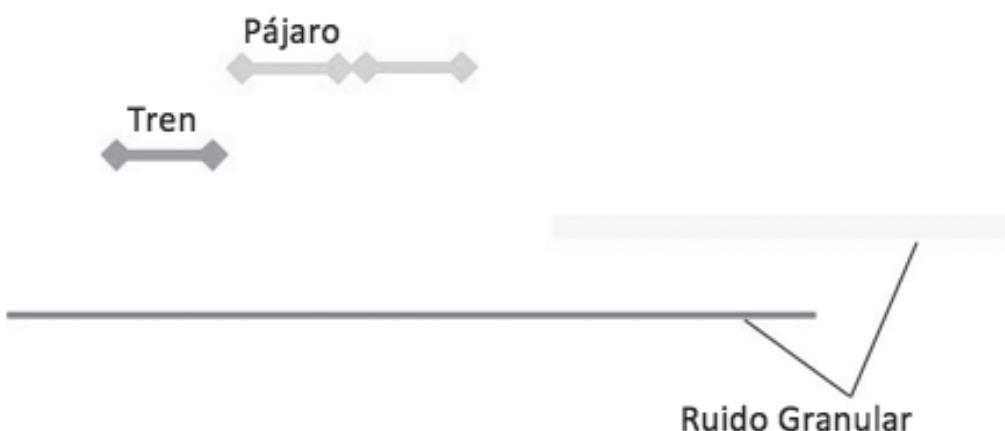


Gráfico 7: Tiempo-espacio de la zona inmediata del segundo evento

### TERCER EVENTO ACUSMÁTICO DE STATIC RELIEF

¿Qué trae de novedoso el tercer evento acusmático de Static Relief en el discurso general de la pieza? ¿Por qué se podría decir que ésta es una parte nueva? Pueden ser argumentadas varias razones:

1. El espacio-tiempo personal continúa su carácter de spectrum armónico, pero con una estructura y calidad del sonido del tema diferentes, en donde el uso de los registros graves desaparecen.
2. A diferencia del evento dos en donde el espacio inmediato tuvo gran

importancia, en este caso el personal y el ambiental se convierten en protagonistas: el espacio personal sólo se escucha una vez.

Vale apuntar que si se analizara la relación entre los discursos armónicos de cada evento, sería posible encontrar elementos en común entre cada uno de ellos. Los mismos están presentes en la estructura interválica y cierta predilección en el uso de pequeñas frases de tres partes. Las diferencias más relevantes en el discurso armónico de cada sección están en el timbre o calidad del sonido.

El análisis de Static Relief usando la nueva metodología propuesta: la imagen acusmática, se podría resumir en el siguiente esquema:

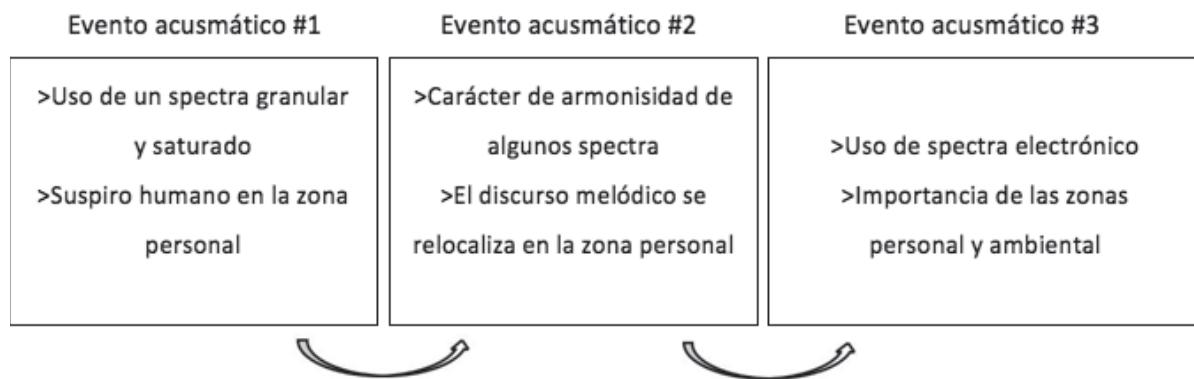


Gráfico 8: Resumen del análisis de Static Relief

## CONCLUSIONES

La imagen acusmática como nuevo método de análisis de la música concreta se considera como una forma de análisis auditivo, centrado fundamentalmente en la actividad perceptual del oyente-analista. La misma se desarrolló teniendo en cuenta las valoraciones estéticas del compositor japonés Toru Takemitsu, así como las reflexiones teóricas del musicólogo Denis Smalley. No obstante, se podría aplicar en el estudio de otros repertorios concretos o acusmáticos: eletroacústico, electrónico y ambiental. Esto es posible porque el espacio-tiempo y los spectrum son las dos categorías teóricas que se usaron para su construcción, las mismas son de vital importancia no sólo en la musique concrete sino en cualquier producción que posea tintes acusmáticos.

El espacio-tiempo es una categoría que contiene tres dimensiones: temporal, de perspectiva e interactiva. El spectrum por otro lado, se refiere a las características internas del sonido como una identidad spectromorfológica; el mismo se puede definir en tres cualidades binomio: armonicidad-inharmonicidad, nota-ruido, este último se clasifica a su vez en granular-saturado.

La imagen acusmática contribuyó de manera notable en la presente investigación, al proveer resultados contundentes acerca de los rasgos musicales de Static Relief y de la producción concreta en general de Toru Takemitsu. En Static Relief, así como en el resto de su creación concreta, el espacio-tiempo personal e inmediato adquieren especial notabilidad: ellos son quienes originan el discurso musical principal. El espacio ambiental por su parte, es extremadamente complejo y elaborado, el cual funciona muchas veces como el background de las demás zonas espacio-temporales.

Static Relief demostró que la música concreta takemitsiana tiene una inclinación hacia una estructura ternarizada, este tipo de construcción temporal muy definida es bastante cercana a la concepción clásica de forma. La voz humana tiene protagonismo tímbrico y espectral, nótese como en Static Relief es usada junto a otras espectromorfologías.

## BIBLIOGRAFÍA

- Delalande, Francois: "Meaning and behavior patterns: The creation of meaning in interpreting and listening to music", in Tarasti Eero (ed), *Musical Signification Essays in the Semiotic Theory and Analysis of Music*, 1995.
- \_\_\_\_\_: "Music analysis and reception behaviours: Sommeil de Pierre Henry", *Journal of New Music Research*, vol. 27, no. 1-2, pp. 13-66, 1998.
- Emmerson Simon: "The relation of language to materials", *The language of electroacoustic music*, London, MacMillan Press, pp. 17-39, 1986.
- Giomi, Francesco and Marco Ligabue: "An aesthetic-cognitive approach to the sonore object's description", R. Dalmonte - M. Baroni (eds.), *Second European Convention of Musical Analysis*, Trento – University, pp. 435-448, 1991.
- Imberty Miche: "Continuità e discontinuità", *Encyclopedie della musica. Il Novecento*, Torino, Einaudi, pp. 526-547, 2001.
- Kawasaki, Koji: "Research on Toru Takemitsu's 1950s Electronic Music. Artes Journal Series", 「武満徹の電子音楽」(雑誌「アルテス」連載)における調査・研究——1950年代を中心に, Kyoto Doshisha Joshin University, December 19, 2015.
- \_\_\_\_\_: "Toru Takemitsu's Electronic Music. Music Concrete: Relief Static" (武満徹の電子音楽。ミュージックコンクレートリエフ静态), *Artes*, Sep. 2013.
- \_\_\_\_\_: "Toru Takemitsu's Electronic Music. Music Concrete: Vocalism AI" (武満徹の電子音楽。ミュージックコンクレートヴォーカリズム AI), *Artes*, Nov. 2013.
- \_\_\_\_\_: "Toru Takemitsu's Electronic Music. Radio Fantasy" (武満徹の電子音楽。ラジオファンタジー[炎]), *Artes*, Vol. 4, Spring 2013.
- \_\_\_\_\_: "Toru Takemitsu's Electronic Music. The Conception of Concrete Music" (武満徹の電子音楽。ミュージックコンクレートの構想, *Artes*, Vol. 1, Winter 2011.
- \_\_\_\_\_: "Toru Takemitsu's Electronic Music. The Roots of Concrete Music" (武満徹の電子音楽。ミュージックコンクレートの着手), *Artes*, Vol. 2, Spring 2012.
- \_\_\_\_\_: "Toru Takemitsu's Electronic Music. Tree, Sky and Bird and Clap Vocalism" (武満徹の電子音楽。木、空、鳥・クラップヴォーカリズム), *Artes*, Jan. 2014.
- Smalley, Denis: "Can electroacoustic music be analysed? ", R. Dalmonte - M. Baroni (a cura di) - Secondo convegno europeo di analisi musicale, Trento - Università degli studi di Trento, pp. 423-434, 1991.
- \_\_\_\_\_: "Defining Timbre- Refining Timbre, Contemporary Music Review, Volume 10, Part 2, 1994, pp. 35-48.
- \_\_\_\_\_: "Space-form and the acousmatic image", *Organised Sound*, Volume 12, Issue 01, April 2007, pp. 35-58.
- \_\_\_\_\_: "Spectro-morphology and structuring processes", *The language of electroacoustic music*, London, MacMillan Press, pp. 61-93, 1986.
- \_\_\_\_\_: "Spectromorphology: Explaining Sound-shapes", *Organise Sound*, Volume 2, Issue 02, August 1997, pp. 107-126.
- Takemitsu, Toru: "Confronting Silence. Selected Writings", Scarecrow Press, 1995.
- Zattra, Laura: "Analysis and Analyses of electroacoustic music", University of Padua, Department of Visual Arts and Music, <http://www.smc-conference.net/sm05/papers/LauraZattra/LZanalysis.pdf>.





INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO



CONSERVATORIO  
SUPERIOR  
NACIONAL  
DE MÚSICA







